

**Zur Erfassung der subklinischen Rindermastitis
durch die automatisierte Lactosegehalts-
bestimmung von Einzelgemelken**

Hans Maier

1978

Aus dem Tiergesundheitsdienst Bayern

Fachabteilung Produktionshygiene

Leitung: Professor Dr. W. Gedek

vorgelegt über:

Institut für Hygiene u. Technologie
der Lebensmittel tierischen Ursprungs

(Lehrstuhl: Prof. Dr. G. Terplan)

ZUR ERFASSUNG DER SUBKLINISCHEN RINDERMASTITIS
DURCH DIE AUTOMATISIERTE LACTOSEGEHALTS-
BESTIMMUNG VON EINZELGEMELKEN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde

des Fachbereichs Tiermedizin der

Ludwig-Maximilians-Universität

München

von

Hans Maier

aus

Burghausen

München 1978

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs
Tiermedizin der Universität
München

Dekan: Prof. Dr. H. Kräußlich
Referent: Prof. Dr. W. Gedek
Korreferent: Prof. Dr. G. Terplan

Tag der Promotion: 24. Februar 1978



INHALT

1.	Einleitung	1
2.	Die Entstehung der Kunst	2
3.	Die Entwicklung der Kunst	3
4.	Die Kunst der Gegenwart	4
5.	Die Kunst der Zukunft	5
6.	Die Kunst und das Leben	6
7.	Die Kunst und die Wissenschaft	7
8.	Die Kunst und die Religion	8
9.	Die Kunst und die Politik	9
10.	Die Kunst und die Philosophie	10
11.	Die Kunst und die Ethik	11
12.	Die Kunst und die Ästhetik	12
13.	Die Kunst und die Pädagogik	13
14.	Die Kunst und die Medizin	14
15.	Die Kunst und die Psychologie	15
16.	Die Kunst und die Soziologie	16
17.	Die Kunst und die Ökonomie	17
18.	Die Kunst und die Jurisprudenz	18
19.	Die Kunst und die Historie	19
20.	Die Kunst und die Geographie	20
21.	Die Kunst und die Meteorologie	21
22.	Die Kunst und die Astronomie	22
23.	Die Kunst und die Biologie	23
24.	Die Kunst und die Chemie	24
25.	Die Kunst und die Physik	25
26.	Die Kunst und die Mathematik	26
27.	Die Kunst und die Logik	27
28.	Die Kunst und die Metaphysik	28
29.	Die Kunst und die Theologie	29
30.	Die Kunst und die Philosophie	30
31.	Die Kunst und die Ethik	31
32.	Die Kunst und die Ästhetik	32
33.	Die Kunst und die Pädagogik	33
34.	Die Kunst und die Medizin	34
35.	Die Kunst und die Psychologie	35
36.	Die Kunst und die Soziologie	36
37.	Die Kunst und die Ökonomie	37
38.	Die Kunst und die Jurisprudenz	38
39.	Die Kunst und die Historie	39
40.	Die Kunst und die Geographie	40
41.	Die Kunst und die Meteorologie	41
42.	Die Kunst und die Astronomie	42
43.	Die Kunst und die Biologie	43
44.	Die Kunst und die Chemie	44
45.	Die Kunst und die Physik	45
46.	Die Kunst und die Mathematik	46
47.	Die Kunst und die Logik	47
48.	Die Kunst und die Metaphysik	48
49.	Die Kunst und die Theologie	49
50.	Die Kunst und die Philosophie	50

MEINEN ELTERN



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Schrifttum	2
2.1 Subklinische Mastitis des Rindes	2
2.1.1 Definition	2
2.1.2 Häufigkeit	3
2.1.3 Wirtschaftliche Schäden	4
2.2 Diagnostik der subklinischen Mastitis	5
2.2.1 Physikalisch-chemische Grundlagen	5
2.2.2 Zytologie	10
2.2.3 Lactose	17
2.2.4 Natrium und Kalium	22
2.2.5 Elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert	24
2.3 Labordiagnostische Parameter von Gemelksfraktionen	27
2.4 Einfluß des Futterwechsels auf labor- diagnostische Parameter	28
3. Eigene Untersuchungen	30
3.1 Material	30
3.2 Methodik	31
3.2.1 Zytologische, mikrobiologische und physikalisch- chemische Untersuchung der Milch	31
3.2.1.1 Zellgehalt	31
3.2.1.2 Euterpathogene Keime	31
3.2.1.3 Lactosegehalt	31
3.2.1.4 Natriumgehalt	32
3.2.1.5 Kaliumgehalt	32

	Seite
3.2.1.6 Elektrische Leitfähigkeit	33
3.2.1.7 pH-Wert	33
3.2.2 Gewinnung und Behandlung der Milchproben von Kühen der Gruppe 1	33
3.2.3 Gewinnung und Behandlung der Milchproben von Kühen der Gruppe 2	34
3.3 Versuche und Versuchsergebnisse	35
3.3.1 Untersuchungen zur Erkennung subklinischer Mastitiden	35
3.3.2 Korrelationen der geprüften Parameter	36
3.3.3 Grenzwertermittlung für verschiedene Parameter	37
3.3.3.1 Zellgehalt	37
3.3.3.2 Physikalisch-chemische Parameter	37
3.3.4 Mikrobiologischer Status und andere labordiagnostische Parameter	39
3.3.4.1 Mikrobiologische Befunde und Zellgehalt	39
3.3.4.2 Mikrobiologische Befunde und physikalisch-chemische Parameter	39
3.3.5 Einteilung der Population in gesunde und kranke Tiere	40
3.3.5.1 Einteilung der Kühe in "gesund" und "krank" aufgrund der ermittelten Grenzwerte für Zellgehalt und Lactose und/oder Natrium	40
3.3.5.2 Einteilung der Kühe in "gesund" und "krank" aufgrund der elektrischen Leitfähigkeit der Viertelanfängsgemelksproben	41
3.3.6 Beziehungen zwischen Mastitisfrequenz und Häufigkeit von Lactosegrenzwertüberschreitungen bei Gesamtgemelken pro Herde	42
3.3.7 Beeinflussung der Ergebnisse der Lactosegehaltsbestimmung durch unterschiedlichen Fettgehalt der Milchproben	43

3.3.8	Vergleich der Werte verschiedener labor- diagnostischer Parameter von Viertelgemelks- fraktionen und Viertelgesamtgemelken	44
3.3.8.1	Gesunde Euterviertel	45
3.3.8.2	Euterviertel mit subklinischer Mastitis	45
3.3.8.3	Einfluß des Futterwechsels auf die Gehalte an Zellen, Lactose und Natrium im Viertel- anfangs- und Viertelgesamtgemelk	46
4.	Diskussion	48
5.	Zusammenfassung	55
6.	Summary	57
7.	Literaturverzeichnis	59

1. EINLEITUNG

In den letzten Jahren werden im Rahmen von Routineuntersuchungen Analysensysteme eingesetzt, die, neben der Bestimmung des Fett- und Eiweißgehaltes, auch eine automatisierte kostengünstige Erfassung des Lactosegehalts der Milch erlauben.

Es wurde mir die Aufgabe gestellt, zu prüfen, ob und inwieweit die Ergebnisse der Lactosegehaltsbestimmung von Einzelgemelkproben, wie sie im Rahmen der Milchleistungsprüfung gewonnen werden, eine Beurteilung der Eutergesundheit des Einzeltieres und der entsprechenden Herde zulassen.

Daher sollte ein neues Bezugssystem für die Beurteilung der Eutergesundheit des Einzeltieres erarbeitet werden, nachdem sich die Mastitisdefinition des INTERNATIONALEN MILCHWIRTSCHAFTS-VERBANDES aus den Jahren 1967 und 1971 für diesen Zweck als nicht brauchbar erwiesen hatte.

2. SCHRIFTTUM

2.1 SUBKLINISCHE MASTITIS DES RINDES

2.1.1 Definition

Die subklinische Mastitis ist als eine Mastitis definiert, die keine makroskopischen Anzeichen einer Entzündung zeigt, während die Milch einen erhöhten Zellgehalt und auch Veränderungen in den chemischen Eigenschaften aufweist. Als zytologischer Grenzwert sind 500 000 somatische Zellen pro ml Viertelanfangsgemelk festgelegt worden. Eine einmalige zytologische und mikrobiologische Untersuchung wurde als Basis anerkannt (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION 1967 und 1971). Diese Definition gilt als nicht mehr ausreichend und wurde bereits kritisiert (TOLLE, 1976; TOLLE et al., 1977).

BEUCHE und SCHULZ (1975) zogen zur Beurteilung der Euter-gesundheit neben der Zellzahl des Viertelanfangsgemelkes Chlo-ridgehalt und elektrische Leitfähigkeit unter Angabe eines Grenz-wertes heran.

2.1.2 Häufigkeit

Die subklinische Mastitis ist der beständigste und am weitesten verbreitete Krankheitskomplex des Rindes. Das Mastitisproblem ist keineswegs befriedigend gelöst und die steigenden Leistungsanforderungen erleichtern dieses auch sicherlich nicht (TOLLE et al., 1977).

Häufigkeit und wirtschaftliche Schäden von akuten Mastitiden sind wesentlich geringer als bei subklinischen Mastitiden. WALSER et al. (1972) gaben für eine Kuhpopulation von 30 000 Tieren die Häufigkeit akuter Mastitiden mit 3,3 % an. Im Gegensatz dazu wiesen etwa 24 - 27 % aller Euterviertel des Milchkuhbestandes in der Bundesrepublik Deutschland einen Zellgehalt von 500 000 pro ml Anfangsgemelk auf (TOLLE, 1969). Nach BAUMGARTNER (1969) waren in der Schweiz etwa 20 % der Kühe an chronischen Mastitiden erkrankt, in Dänemark 40 %. TERPLAN (1971) nahm an, daß bei einem Zellgehalt über 500 000/ml mit oder ohne Nachweis von Mastitiserregern bis zu 50 % aller Milchtiere zumindest auf einem Viertel euterkrank waren. KINGWILL et al. (1970) berichteten von einer Mastitis bei 55 % der Kühe in 30 Beständen bzw. bei 28 % der Viertel. GLAWISCHNIG et al. (1971) gaben an, daß in Österreich mindestens 25 % der Rindereuter mit hämolysierenden Staphylokokken infiziert waren, wobei 60 % dieser Euterviertel einen erhöhten Chloridgehalt aufwiesen. BEUCHE und SCHULZ (1972) gaben für die DDR etwa 30 % an subklinischer Mastitis erkrankte Kühe an. LINZELL und PEAKER (1972) berichteten von einer Schätzung in England, wonach 28 % der Euterviertel und 55 % der Kühe subklinische Mastitis zeigten.

2.1.3 Wirtschaftliche Schäden

Bei subklinischen Mastitiden errechnet sich der Schaden, der dem Erzeuger und der milchverarbeitenden Industrie zugefügt wird, aus der Minderung der Milchleistung, der Beeinträchtigung der Milchezusammensetzung, der Beeinflussung der technologischen Verwertbarkeit und der Beeinträchtigung der hygienischen Wertigkeit (TOLLE et al., 1977).

TERPLAN und SCHLEYERBACH (1967) fanden eine positive Korrelation von $r = +0,47$ bzw. $r = +0,38$ zwischen Brabanter-Mastitis-Reaktion bzw. elektronischer Zellzählung einerseits und Labgerinnungszeit andererseits. INGR et al. (1973) wiesen auf die Verschlechterung der Labgerinnung wegen der pH-Wert-Erhöhung und der Erniedrigung des Calciumanteils durch Milch aus erkrankten Eutervierteln hin. TOLLE (1969) gab eine Verringerung des Calcium- und Phosphorgehaltes der Milch bei Sekretionsstörungen von 2 - 5 % bzw. 20 % an. INGR et al. (1973) ermittelten für Calcium und Phosphor einen Verlust von 2 - 10 % und verwiesen auf die Bedeutung dieser Mineralstoffe in der Kinderernährung.

Die Ertragsminderung bei subklinischen Mastitiden ist von mehreren Autoren mit verschiedenen Methoden errechnet worden.

REICHMUTH et al. (1970) ermittelten bei einem Überschreiten des Grenzwertes von 500 000 Zellen pro ml Anfangsgemelk eine Milchleistungseinbuße von 17,1 % pro erkranktes Euterviertel. Bei Berücksichtigung einer Erkrankungs Häufigkeit von 24,7 % aller untersuchten Euterviertel ergab sich eine Verminderung des Milchertrages von 4,3 %. Bei den 1967/68 vorhandenen Gegebenheiten bedeutete dies einen Milchminderertrag im Werte von 309 - 457 Millionen DM. Allein die durch Staphylokokkenmastitiden des Rindes in Österreich hervorgerufenen Schäden betrugen nach GLAWISCHNIG et al. (1971) jährlich 500 Millionen Schilling. Nach BEUCHE und SCHULZ (1972) gingen in der DDR jährlich etwa 300 kg Milch je Kuh und Jahr durch Eutererkrankungen verloren. In Kurhessen

wurden jährlich 1 % der euterkranken Tiere wegen Unwirtschaftlichkeit ausgemerzt (GAUDLITZ und CZERNICKI, 1971). BEUCHE und SCHULZ (1975) legten der Berechnung des Milchverlustes durch subklinische Mastitiden die sog. Leitfähigkeitsdifferenz zwischen Euterviertelpaaren zugrunde und kamen bei einer Leitfähigkeitsdifferenz von $0,6 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ auf eine Milchminderleistung von 21 % pro erkranktem Viertel.

FORSTER et al. (1967) fanden eine Beziehung zwischen dem Grad der CMT-Reaktion und dem Milchverlust pro Viertel und Tag. Für die Reaktionsstufe 1 gaben sie einen Verlust von 19,5 % pro Euterviertel und Tag an, das entspricht bei einer Viertelleistung von 3,65 kg einem Verlust an Milch von 0,71 kg.

2.2 DIAGNOSTIK DER SUBKLINISCHEN MASTITIS

2.2.1 Physikalisch-chemische Grundlagen

Durch Bakterien besiedelte und entzündete Drüsenbezirke sezernieren ein Sekret, das im Vergleich zu normaler Milch weniger milchspezifische Inhaltsstoffe (Lactose, Casein) enthält. Darüber hinaus ist ein Exsudat beigemischt, das in seiner Zusammensetzung der Lymphe und dem Blutserum ähnelt, d.h. einen hohen Chloridgehalt, einen niedrigen Gehalt an Phosphaten und einen vermehrten Gehalt an manchen Fermenten, namentlich Katalase, besitzt. Außerdem ist der pH-Wert erhöht (DIERNHOFER, 1950).

BARRY und ROWLAND (1953) postulierten zwei verschiedene Mechanismen, mit denen sich die Veränderungen in der Milchezusammensetzung erklären lassen. In fortgeschrittener Laktation und während einer Mastitis kann einmal die Milch verändert werden, indem eine Verdünnung von "wahrer Milch" in den Epithelien erfolgt (TURNER, 1946). Zum anderen produzieren die Epithelien während einer Mastitis eine Milch, in der die Konzentration von

Natrium, Kalium, Chlorid und Lactose konstant ist, und die dann mit einem Sekret, in dem die Konzentration dieser Komponenten annähernd die gleiche wie im Blutserum ist, vermischt wird. Wenn nun die Milchsekretion während der Spätlaktation oder Mastitis oder durch andere Einflüsse zurückgeht, wird der Anteil von Transsudat steigen.

Neue Erkenntnisse in der Physiologie der Milchsekretion und über Bau und Funktion im mikroskopischen und vor allem submikroskopischen Bereich der Milchdrüse zeigten die Bedeutung der Epithelien in der Milchdrüse für das Mastitisgeschehen auf. Das Epithel der kleineren und kleinsten (inter- und intralobulären) Ausführungsgänge der Rindermilchdrüse ist einschichtig, dasjenige der großen Gänge und der Zisternen zweischichtig. Die Milchgänge bestehen aus abwechselnd sehr engen und kurzen, dann wieder stark erweiterten Teilstücken. Dieses Verhalten weisen nicht allein die größeren Milchgänge, sondern überhaupt alle inter- und intralobulären Milchgänge auf (ZIEGLER und MOSIMANN, 1960). Da die gebildete Milch sich zuerst in den weiten Teilstücken sammelt und dort zurückgehalten wird, bezeichneten ZIEGLER und MOSIMANN (1960) diese Art von Drüse als Stapeldrüse.

Die Epithelien der großen und mittleren Milchgänge sind in der Zeit normaler Laktation und in gesundem Zustand für alle Milchbestandteile undurchlässig. Die Ultrastruktur der Epithelien, die die Milchgänge auskleiden, zeigen keine Spezialisierung, wie sie für die Gänge anderer Drüsen oft charakteristisch ist, wo eine aktive Reabsorption stattfindet. Ein Ionenaustausch dürfte aktiv nur zwischen Alveolarepithelien und den vereinzelt in den Milchgängen nachgewiesenen sekretorisch-aktiven Zellen möglich sein (LINZELL und PEAKER, 1971c).

Die Verbindung der Epithelien geschieht durch einen Komplex von Verbindungsmechanismen, wie sie von PITELKA und HAMAMOTO (1977) beschrieben wurden.

LINZELL und PEAKER (1971 c) sahen in der Undurchlässigkeit der Epithelien der Milchgänge auch eine Form des Energiesparens, da Energie nur für die Aufrechterhaltung des epithelialen Zusammenhangs während der Milchspeicherung nötig ist.

KUHN und LINZELL (1970) wiesen jedoch 3 % der im Euter gebildeten Lactose im venösen Blut und in der Lymphflüssigkeit nach. Im Hinblick darauf, daß die Epithelien undurchlässig sind, nahmen sie an, daß Lactose die laterale oder basale Zellmembran durchdringen kann. Die Bedeutung dieses Lactoseverlustes ist unbekannt.

WHEELOCK und ROOK (1966) wiesen Lactose im Blut und Harn von Kühen nach. Abhängig von der Laktationszahl der Kühe fanden sie 20 - 70 mg % Lactose im Harn. Ein besonders hoher Anteil Lactose im Harn fand sich gegen Ende der Trächtigkeit und in den ersten Tagen der Laktation.

WHEELOCK et al. (1965 b) fanden bei längeren Melkpausen oder nach ungenügendem Ausmelken einen Konzentrationsabfall von Lactose, K^+ und Ca^{++} , sowie einen Anstieg von Na^+ , Cl^- und Molkenproteinen. Sie deuteten die Möglichkeit der Beeinträchtigung der Synthesevorgänge und einen zeitlichen Verlust der Sekretionsfähigkeit der Alveolarepithelien, sowie auch eine zeitliche und möglicherweise auch beständige Veränderung der Permeabilität des Eutergewebes als Ursache für die Konzentrationsveränderung an. Ähnliche Beobachtungen machten WHEELOCK et al. (1966 a), als sie die Abstände zwischen den Melkzeiten veränderten.

LINZELL und PEAKER (1971 d) fanden nach Oxytocingaben an Ziegen vor allem in der Residualmilch Veränderungen in der Milchsammensetzung. Eine mechanische Lockerung der epithelialen Verbindungen an der apikalen Seite der Zellen wurde angenommen, die einen Eintritt extrazellulärer Flüssigkeit in das Alveolarlumen erlaubt. Einen Einfluß auf die Zusammensetzung der intrazellulären Flüssigkeit konnten sie nicht feststellen.

Isotopenstudien mit Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{++} und HPO_4^- zeigten, daß diese Ionen von Milch ins Blut passierten, jedoch nur über die Epithelien der Alveolen und nicht über die Epithelien der Milchgänge. Dagegen passierten Wasser und Harnstoff auch in den Gangepithelien in beide Richtungen. Radioaktive Lactose, die in die Milchzisterne verbraucht wurde, ging weder über die Milchgänge noch über die Alveolarepithelien in das Blut über (LINZELL und PEAKER, 1971 c).

Die kleinste anatomische Einheit in der Milchdrüse, die lichtmikroskopisch nachweisbar ist, ist die Alveole, ein rundliches Gebilde, das in der Regel aus einer Lage von sekretorisch hochaktiven Epithelzellen besteht. Die durchschnittliche Größe ist etwa 0,1 bis 0,25 mm (ZIEGLER und MOSIMANN, 1960).

Die Milchsekretion ist teils ein merokriner, teils ein apokriner Sekretionsprozeß. Cytoplasmarestes in der Milch bestätigen die Annahme apokriner Sekretionsmechanismen (WOODING et al., 1970).

Die sezernierenden Milchzellen zeigen alle Anzeichen einer großen Aktivität und Syntheseleistung. Der Kern ist kugelförmig. Es finden sich freie Ribosomen, rauhes endoplasmatisches Retikulum und Mitochondrien. Der Golgiapparat ist deutlich, gut entwickelt und liegt zwischen Kern und apikalem Zellrand. An der apikalen Oberfläche finden sich einige Mikrovilli und die Basalmembran ist gefaltet (LINZELL und PEAKER, 1971 a).

Die intrazelluläre Konzentration von Na^+ , K^+ und Cl^- ist höher als in der Milch. Das Verhältnis dieser Ionen ist jedoch in beiden Medien sehr ähnlich (LINZELL und PEAKER, 1971 b).

LINZELL und PEAKER (1971 a) sahen in der Tatsache, daß Lactose unter Energieaufwand aus Glukose und Galaktose synthetisiert wird, nicht eine besondere Eignung der Lactose als Nahrung für das Junge, sondern die Fähigkeit der Lactose, einen großen Beitrag zur Aufrechterhaltung des osmotischen Gleichgewichtes zu leisten. Die Bildung und Speicherung einer gegenüber dem Plasma

hypo- oder hypertonen Milch würde einen sehr hohen Energieaufwand erfordern.

Die Milch ist ein polydisperses System mit einem osmotischen Druck von 280 - 295 mosmol/kg. Den gleichen osmotischen Druck weisen auch Blutplasma und Euterlymphe auf. Auch die durch Euteraffektionen in ihrer Zusammensetzung beeinflusste Milch verändert ihren osmotischen Druck nicht (MIELKE, 1975). Der osmotische Druck bleibt während der Milchbildung und während der Milchstapelung im Euter gleich. Änderungen im osmotischen Druck des Blutes, z.B. durch Wasseraufnahme, haben eine gleichsinnige Veränderung in der Milch, sowohl während der Milchsekretion als auch während der Milchspeicherung zur Folge (WHEELOCK et al., 1965 a). Lactose übt in der Milch unter normalen Bedingungen die größte osmotische Wirksamkeit aus. Es bestehen Unterschiede im Lactosegehalt für die verschiedenen Spezies, wobei ein höherer Lactosegehalt mit einem niedrigeren Aschegehalt korreliert und umgekehrt (MIELKE, 1975). Nach LINZELL (1972) übt Lactose etwa die Hälfte des osmotischen Druckes aus, für den Rest sind vor allem K^+ , Na^+ und Cl^- verantwortlich.

Die Ionenzusammensetzung der Kuhmilch unterscheidet sich deutlich von der des Blutserums (BARRY und ROWLAND, 1953). Die Konzentration von Na^+ und Cl^- in der Milch betrug 35 - 60 mg % bzw. 80 - 140 mg % (JENNES und PATTON, 1967), im Blut 310 - 360 mg % bzw. 90 - 110 mval/l (ROSENBERGER, 1977). Die Konzentration für K^+ war in der Milch höher (135 - 155 mg %) als im Blut (16 - 22 mg %), wie JENNES und PATTON (1967) und ROSENBERGER (1977) fanden. Dieser Unterschied ist zu Beginn der Laktation am größten. Gegen Ende der Laktation nähert sich die Ionenzusammensetzung der des Blutes (BARRY und ROWLAND, 1953).

Ähnliche Verhältnisse wie in der späten Laktation finden sich bei einer Mastitis. Die Na^+ - und Cl^- -Gehalte in der Milch können bei Mastitis nur die Werte des Blutserums erreichen, diese aber

nicht übersteigen (BARRY und ROWLAND, 1953). Die chemische Veränderung der Milch durch Mastitis erfolgt vor allem durch die Anwesenheit von Exsudat, das infolge der veränderten Permeabilität der Schranke zwischen Blut und Milch austritt (SCHALM et al., 1971). Der Verlust von Lactose in den extrazellulären Raum ist jedoch ebenso zu berücksichtigen (WHEELOCK und ROOK, 1966; KUHN und LINZELL, 1970).

2.2.2 Zytologie

Spezifische Reaktionen

Seit der ersten brauchbaren Methode der Zellzählung, beschrieben im Jahre 1910 durch PRESCOTT und BREED, sind viele andere leistungsfähige Verfahren zur direkten und indirekten Bestimmung des Zellgehaltes in der Milch entwickelt und beschrieben worden. An erster Stelle steht heute die direkte Zählung somatischer Zellen in der Milch mit dem Coulter Counter (TOLLE et al., 1966; CULLEN, 1965 und 1967; ZEIDLER et al., 1968). Daneben bestehen noch indirekte Verfahren wie California-Mastitis-Test, Brabanter-Mastitis-Reaktion und Whiteside-Test.

SCHALM und LASMANIS (1968) bezeichneten die Zählung der somatischen Zellen als Zählung aller Körperzellen in der Milch, die Zählung nur der neutrophilen Leukozyten als Leukozytenzählung. SINELL und NEUSCHULZ (1965) untersuchten das Viertelendgemelk und gaben für die Milch gesunder Tiere einen Leukozytengehalt von 20 - 30 % an. Das Verhältnis Epithelien zu Leukozyten bezeichneten sie in gesunder Milch mit kleiner als 1.

Die Milchdrüse reagiert wie jedes andere Körperorgan auf Noxen mit einer Entzündung, einem Abwehrvorgang, bestehend aus Gewebsalteration, Exsudation und Proliferation. Die anatomischen Kennzeichen einer Entzündung sind rubor, tumor, dolor, calor und func-

tio laesa (FREI, 1972). Neben dem Austritt von Flüssigkeit mit je nach dem Entzündungsgrad verschieden hohem Eiweißanteil kommt es zu einer sog. Leukodiapedese, einem Austritt von Leukozyten aus dem Blut durch die Kittlinien des Kapillarendothels und die Basalmembran. Die neutrophilen Leukozyten nehmen im Abwehrsystem des Körpers eine zentrale Stellung ein, weil ihnen neben der Phagozytose die Aufgabe der Aktivierung entzündlicher Vorgänge zugesprochen wird. Nicht immer ist die Schwellung makroskopisch nachweisbar. Dagegen findet die Alteration in der Regel durch den Anstieg zellulärer Elemente ihren Ausdruck (FREI, 1972).

Milch mit einem Zellgehalt von 300 000 bis 500 000/ml muß vielfach schon als abnorm angesehen werden, wobei eine Infektion des betreffenden Euterviertels nicht immer vorzuliegen bzw. nachweisbar zu sein braucht (SEELEMANN, 1963).

Die größte Bedeutung im Mastitisgeschehen hat dennoch die Besiedelung des milchproduzierenden und milchableitenden Euterorgans mit euterpathogenen Mikroorganismen. Vor der möglichen hämatogenen Infektion steht die aufsteigende Infektion über den Strichkanal an erster Stelle. Der Strichkanal ist durchschnittlich 8,6 mm lang und das Epithel produziert ein sebumähnliches Material, das langkettige Fettsäuren enthält und bakteriostatische Eigenschaften besitzt (SCHALM et al., 1971).

ZEIDLER et al. (1968) fanden eine Beziehung zwischen der Höhe der Zellzahl und dem Nachweis euterpathogener Mikroorganismen. Ab einem Zellgehalt von 500 000 Zellen pro ml Anfangsgemelk war ein deutlicher Anstieg bakteriologisch positiver Befunde festzustellen. Andererseits bedeutet ein niedriger Zellgehalt kein Freisein von Mastitiserregern. SCHALM et al. (1971) empfehlen daher zur Abklärung die Untersuchung des Differentialzellbildes des Endgemelkes.

Die größte Rolle in der Ätiologie der Mastitis spielten Streptokok-

ken und *Staph. aureus*, wobei es in der Häufigkeit des Auftretens regionale Verschiedenheiten gab (HEIDRICH, 1967). Staphylokokken stellten ebenso wie Galtstreptokokken ein Herdenproblem dar (GAUDLITZ und CZERNICKI, 1971). Nach ZEIDLER et al. (1968) stellten bei 11 292 zytologisch-bakteriologisch untersuchten Viertelgemelksproben Staphylokokkenbefunde mit 8,5 % von allen Proben quantitativ den größten Anteil dar. *Sc. agalactiae* (B), *Sc. dysgalactiae* (C) und *Sc. uberis* (E) machten nur 4,5 % aus. NEAVE et al. (1969) gaben an, daß in England über 90 % aller Neuinfektionen des Euters von Streptokokken und Staphylokokken verursacht wurden, wobei Staphylokokken mit 47 % den relativ größten Anteil stellten. 50 % der subklinischen Infektionen verursachten innerhalb eines Jahres klinische Symptome. TERPLAN (1971) wies in dem von ihm untersuchten Material bei 15 % der Viertel *Staphylococcus aureus* im Vorgemelk nach, wobei jedoch davon nur 21 % erhöhten Zellgehalt aufwiesen.

WAITE und BLACKBURN (1963) beurteilten Zellgehalt und chemische Veränderung der Milch als besseren Indikator für Gewebeschäden der Milchdrüse als den Nachweis von euterpathogenen Keimen. Bei einem Zellgehalt von weniger als 100 000 oder größer als 1 Million war die Übereinstimmung zwischen Vorgemelk und Viertelgemelk gut, im mittleren Bereich aber waren häufig beachtliche Unterschiede festzustellen. CROSSMANN et al. (1950) gaben an, daß der gleiche Bakterientyp mehr als ein Viertel eines Euters infizieren kann und daß in dem einen Viertel wenig oder keine, in dem anderen jedoch schwere Veränderungen vorlagen.

NEWBOULD und NEAVE (1965) berichteten von einer künstlichen Infektion des Strichkanals mit Staphylokokken und stellten je nach Ausmelkzeitpunkt 8 - 23 % Euterinfektionen fest. Sie machten stimulierende Faktoren im Strichkanal, verbunden mit Epithelerosionen, für das Haften der Infektion verantwortlich. In einem weiteren Infektionsversuch (NEWBOULD und NEAVE, 1965) wurden pathogene Staphylokokken direkt in die Zitzenzisterne eingebracht. Der Infek-

tion folgte stets, durchschnittlich nach dem 3. Melken nach der Infusion, eine Entzündung.

Die Reaktion auf eine Infektion ist jedoch individuell zwischen Kühen und selbst zwischen Vierteln verschieden. Ebenso kommt es auch im Verlaufe der Entzündung zu erheblichen Schwankungen im Zellgehalt (WAITE und BLACKBURN, 1963). Trotzdem bezeichneten NEWBOULD und NEAVE (1965) den Anstieg an Leukozyten als den empfindlichsten und zuverlässigsten Test im frühen Stadium der Infektion.

LINZELL und PEAKER (1972) fanden einen erhöhten Natriumgehalt in der Milch ohne erhöhten Zellgehalt aber mit Nachweis von Bakterien, die normalerweise als nicht euterpathogen gelten, wie *Staph. epidermidis*.

WHEELOCK et al. (1966b) wiesen vor allem auf die depressive Wirkung hinsichtlich der Milchmenge bei Euterinfektionen hin, selbst wenn sich die Zusammensetzung der Milch wieder normalisiert hat. Die Möglichkeit der Kompensation der Milchleistung durch ein gesundes Viertel wurde angedeutet. Die Veränderungen in der Milch wurden mit denen bei fortschreitender Laktation bzw. mit denen bei Nichtausmelken verglichen (WHEELOCK et al., 1965b und 1966a). WHEELOCK et al. (1966b) folgerten aus dem relativ höheren Lactoseverlust im Vergleich zum Fett- und Proteinverlust bei Euterinfektionen bzw. aus der Nichtbeeinträchtigung der Fett- und Eiweißsynthese, daß die synthetisierte Lactose rückresorbiert wird. Dieser Vorgang ist, wie von LINZELL und PEAKER (1971c) nachgewiesen, nur nach Schädigung des Euters möglich.

SMITH et al. (1968) maßen dem Zeitpunkt der Infektion große Bedeutung bei. Die relative Milchmenge der Viertel, bei denen gegen Ende der Laktation eine Infektion stattfand, nahm um 48% ab. Konnte die Infektion jedoch während des Trockenstehens eliminiert werden, so sank der relative Milchverlust nur um 11% ab.

SYMONS und WRIGHT (1974) reproduzierten eine sterile Entzündung mit alpha-Hämolysin von Staphylokokken, einem Ektotoxin, und fanden einen kurzzeitigen Anstieg von Cl^- und dem Enzym Laktatdehydrogenase, sowie einen deutlichen Abfall von K^+ . Durch die Verabreichung kleiner Mengen dieses Ektotoxins kam es nicht nur zu Störungen im Bereich des sezernierenden Epithels, sondern auch zu Permeabilitätsstörungen im Bereich der Milchgänge.

WARD und SCHULTZ (1972) wiesen auf eine Beziehung zwischen Bakterientyp und Höhe des Zellgehaltes hin. Sie fanden beim Auftreten von *Sc.uberis* den höchsten Zellgehalt mit 1.625.000/ml. Mikrokokken verursachten keine bedeutende Zellgehaltserhöhung. ZEIDLER et al. (1968) fanden bei *Sc.uberis* einen Mittelwert von 1.125.000.

Unspezifische Reaktionen

Über den Einfluß des maschinellen Milchentzugs auf die Eutergesundheit sind zahlreiche Untersuchungen gemacht worden. HAUKE (1963) konnte bei sachgemäßem Melken keine gesundheitsschädigende Reizwirkung auf das Eutergewebe feststellen. WALSER (1966) fand bei 22,7 % der Viertel von Kühen in Melkmaschinenbetrieben und bei 14,2 % der Viertel von Kühen in Handmelkbetrieben einen erhöhten Zellgehalt. TOLLE et al. (1968) gaben bei Handmelkbetrieben für den Zellgehalt in der Anlieferungsmilch einen Mittelwert von 418.000 und für Maschinenmelkbetriebe von 433.000 an.

Hauptursache von Euterschäden durch Melkmaschinen sind fehlerhafte Handhabung und mangelnde Wartung. Wichtigste Kontrollmaßnahmen sind Überprüfung der Pulsfrequenz, des Pulsverhältnisses, des Betriebsvakuums, der Pumpenkapazität und der Kapazität des milchableitenden Systems. Große Bedeutung in der Verhütung der Übertragung euterpathogener Keime aus einem infizierten Viertel auf ein gesundes Viertel kommt der Optimierung der Rückflußwahrscheinlichkeit von Milch im milchableitenden System zu. Eine hohe

Rückflußwahrscheinlichkeit ist in der Lage, infizierte Milchtropfen mitzureißen und durch Beaufschlagung der Zitzenkuppe den Strichkanal zu überwinden. Entscheidend ist daher ein richtiges Zusammenspiel aller wesentlichen Punkte in der Melkanlage, um die Rückflußwahrscheinlichkeit möglichst gering zu halten, ohne daß es jedoch zu einer Belastung der Striche und zu einer Keimübertragung in einem Aerosol kommt (TOLLE et al., 1971). Der Einfluß des Blindmelkens auf die Eutergesundheit wurde unterschiedlich beurteilt. WALSER (1966) konnte durch längeres Blindmelken keine klinischen Veränderungen am Euter feststellen, teilweise wurde jedoch ein Zellenanstieg beobachtet. Ungenügendes Ausmelken führte nach WALSER (1966) bei älteren Kühen zu stark erhöhtem Zellgehalt, während Erstlingskühe keine Reaktion zeigten.

Streß führt über das adrenocorticotrope Hormon (ACTH) zu einer Aktivierung der Nebennierenrinde mit Cortisonausschüttung, das eine kurzfristige Steigerung der Gluconeogenese zur Folge hat (KUSCHINSKY und LÜLLMANN, 1972).

Verschiedentlich wurde die Meinung geäußert, daß stressende Faktoren auch zu einer Erhöhung des Leukozytengehaltes in der Milch führen. WEGNER und STOTT (1968) stellten fest, daß es nach mehrmaliger ACTH-Injektion zu einem Leukozytenanstieg im Blut und ebenso in der Milch des Rindes kommt. PAAPE et al. (1971) fanden nach mehrmaliger Injektion des adrenocorticotropen Hormons bei eutergesunden Kühen zwar einen Anstieg der zirkulierenden Leukozyten im Blut um 30 %, jedoch keine Erhöhung des Zellgehaltes in der Milch. Die Empfänglichkeit für Mastitis im Streßzustand sahen sie als Folge des Verlustes der den neutrophilen Leukozyten eigenen Fähigkeit zur Adhäsion und Phagozytose an.

PAAPE et al. (1971) fanden bei einer Gruppe von Holsteinkühen, die einer wechselnden Temperaturbelastung ausgesetzt wurden, bei hoher Umgebungstemperatur zwar eine Erhöhung der Körpertemperatur und einen deutlichen Abfall der Milchleistung, jedoch keinen

Anstieg somatischer Zellen in der Milch dieser Tiere. PAAPE et al. (1973) räumten aber ein, daß Streß bei Kühen mit subklinischer Mastitis eine Erhöhung der Konzentration von somatischen Zellen in der Milch auslösen kann. Die unterschiedlichen Ergebnisse in der Literatur wurden darauf zurückgeführt. Der Einfluß der Jahreszeit ist vielfach beschrieben worden, wobei von mehreren Autoren in den Sommermonaten ein Anstieg des Zellgehaltes festgestellt wurde. Als Ursache wurden Hitzestreß, Anstieg der Infektionshäufigkeit (NELSON et al., 1967), größerer Anteil altmelkender Tiere (MERCK, 1974) angegeben. ZEIDLER et al. (1969) stellten nur einen sehr geringen Einfluß der Jahreszeit auf den Zellgehalt fest.

CULLEN (1968) beschrieb neben einem deutlichen Abfall des Zellgehalts in der Milch zwei Wochen nach der Geburt, einer Spitze in der Mitte der Laktation und einem Anstieg gegen Ende der Laktation vor allem zyklische Schwankungen während der Laktation, die sich als unabhängig von der Infektion erwiesen. Im zyklischen Anstieg der Leukozyten in der Milch sah der Autor einen vermehrten Schutz gegen Infektionen. SMITH und SCHULTZE (1967) deuteten den erhöhten Zellgehalt gegen Ende der Laktation ebenfalls als Schutzverhalten des Organismus.

Schwankungen innerhalb eines Tages beschrieb CULLEN (1968). Die Höhe der Schwankungen sah er in Abhängigkeit vom durchschnittlichen Zellniveau; je höher die durchschnittliche Zellzahl, desto größer waren die Schwankungen. Er wies auf die Bedeutung der zeitlich einheitlichen Probenahme hin. SMITH und SCHULTZE (1967) kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Etwa vier Stunden nach dem Melken war der Zellgehalt am höchsten (CULLEN, 1967; SMITH und SCHULTZE, 1967; SCHALM und LASMANIS, 1968). Durch den Druckanstieg im Laufe der Milchbildung wird eine große Anzahl von Zellen in die Alveolen gedrückt und gelangt erst beim passiven Weitertransport der Residualmilch bei der neuerlichen Milchbildung nach dem Melkvorgang in die Zisterne (SCHALM et al., 1971).

Die Höhe der Zellzahl nimmt mit dem Alter der Kuh zu. Ursache der Gesamtzellzahlerhöhung ist die Zunahme von polymorphkernigen Leukozyten, während die Zahl anderer Zellen relativ konstant bleibt (BLACKBURN, 1966). ZEIDLER et al. (1969) berichteten über eine Zunahme der Erhöhung der durchschnittlichen Zellzahl bis zur 8. Kalbung und verzeichneten dann einen Rückgang der Mastitisbefunde. Dieser Trend ist jedoch durch hygienische Maßnahmen zu verlangsamen. NEAVE et al. (1969); KINGWILL et al. (1970) konnten durch umfassende hygienische Maßnahmen die Neinfektionsrate erheblich senken. Zusätzlich müssen eine individuelle Anfälligkeit und erbliche Disposition angenommen werden (TEUTE, 1961).

Rassenunterschiede in der durchschnittlichen Höhe des Zellgehaltes sind von TOLLE et al. (1968) an einem größeren Material ausgewertet worden. Die Mittelwerte der Zellgehalte einzelner Rinderassen in der Anlieferungsmilch nahmen in der Reihenfolge Vorderwäldler, Rotbunte, Schwarzbunte, Höhenfleckvieh, Angler und Braunvieh ab.

2.2.3 Lactose

Lactose, ein Disaccharid, wird ausschließlich in den Alveolarepithelien der Milchdrüse synthetisiert. Ort der Synthese sind die Golgibläschen der Zelle. Die Endreaktion $\text{UDP-Galaktose} + \text{Glucose} \rightarrow \text{Lactose} + \text{UDP}$ wird durch die Lactosesynthetase, ein Enzym, das an Zellpartikel gebunden ist, katalysiert (COFFEY und REITHEL, 1968). Die Lactosesynthetase besteht aus zwei Enzymen, Protein A und Protein B-alpha Lactalbunin (BRODBECK und EBNER, 1966), wobei nach PALMITER (1969) und BREW (1969) das B-Protein limitierend wirkt. BREW (1969) stellte die Hypothese auf, daß alpha-Lactalbunin an den Ribosomen in Verbindung mit dem A-Protein-Galaktosyltransferase (BREW et al., 1968) die Voraussetzung für

die Bildung der Lactose schafft. Die Golgibläschen enthalten Lactose und Protein. Die Anwesenheit von Lactose in den Bläschen zieht Wasser in die Vesikel. Die Folge ist eine Schwellung, die die Verbindung mit der apikalen Zellwand erleichtert, über die dann der Inhalt der Bläschen in das Lumen der Alveole entleert wird (LINZELL und PEAKER, 1971 a). KEENAN et al. (1970) wiesen in einem Kurzbericht auf die Bedeutung des Prolaktins für die Entwicklung und Funktion des Golgiapparates und damit auf die direkte und indirekte Beeinflussung der Lactosesynthese hin. Die Syntheserate konnte nach intravenöser Infusion von Glucose und in noch stärkerem Maße nach der Infusion von Propionsäure gesteigert werden (FISHER und ELLIOT, 1966).

Die Entwicklung von Geräten auf der Basis der Infrarotspektrophotometrie (GOULDEN, 1961 und 1964), die schnell und billig Fett, Eiweiß und Lactose messen können, hat die Diskussion über die Eignung der Lactose als Parameter in der Mastitisdiagnostik neu belebt (RENNER, 1972 und 1974).

Das Gerät IRMA II (Infra Red Milk Analyzer) arbeitet mit einer Reproduzierbarkeit der Lactosegehaltsbestimmung von $\pm 0,02\%$ und einer Genauigkeit von $\pm 0,03\%$ (BUCHBERGER et al., 1971).

GRAPPIN und COLLIN (1975) stellten jedoch einen negativen Einfluß des Fettgehaltes der Milch auf die Genauigkeit der Lactosegehaltsbestimmung fest. Zur Korrektur schlugen sie vor, pro 1 Prozent Fett 0,07 Prozent Lactose auf den gemessenen Wert aufzaddieren.

Der Wert der Lactosebestimmung als Parameter in der Mastitisdiagnostik wurde in der Literatur unterschiedlich beurteilt (RENNER, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976; STAHLHUT-KLIPP, 1973; REICHMUTH et al., 1974; TOLLE et al., 1976).

Der Lactosegehalt der Milch schwankt in einem Bereich von 4,7 - 4,9 % (JENNES und PATTON, 1967).

Die einzelnen Rassen weisen unterschiedliche Lactosewerte in der Milch auf (ARMSTRONG, 1959; STEGER und RASCH, 1959; ERB und ASHWORTH, 1963). Der niedrigere Lactosegehalt der Schwarzbunten (4,77 %) von 0,1 % gegenüber Fleckvieh (4,87 %) ist nach RENNER (1973) vor allem durch die höhere Mastitisquote der erstgenannten Rasse bedingt. RENNER (1973) berücksichtigte in seiner Erhebung diesen Faktor, so daß sich die Differenz zwischen diesen beiden Rassen auf 0,04 % reduzierte.

Jahreszeitliche Schwankungen im Lactosegehalt von 0,05 - 0,15 % (RENNER, 1973), mit nach VOIGTLÄNDER et al. (1973); DAWSON et al. (1974); BRUHN und FRANKE (1977) höheren Lactosewerten im Sommer bzw. nach COMBERG und GRÖNING (1965) höheren Werten im Winter, könnten durch eine Korrektur der Eichung (RENNER, 1973) beglichen werden. Die niedrigeren Werte im Winter wurden von DAWSON et al. (1974) auf die Häufung von Euterinfektionen in Verbindung mit einer größeren Anzahl von Kühen in der Spätlaktation zurückgeführt.

Als Grenzwert wurden für Einzelmilchproben 4,55 % (RENNER, 1972) bzw. 4,60 % (RENNER, 1975) angegeben, wenn die Eichung auf einen Mittelwert von 4,80 % eingestellt wurde (RENNER, 1974). STAHLHUT-KLIPP (1973) fand aufgrund bakteriologischer Vergleichsuntersuchungen, daß ein Zellgehalt von 500 000/ml im Viertelgesamtmelk durch einen Lactosegehalt von 4,60 % zu ersetzen ist. TOLLE (1969) zeigte die Beziehung von Zellgehalt und Lactose im Viertelgemelk auf. Ab 200 000 Zellen/ml zeichnete sich ein abfallender Trend im Lactosegehalt ab.

REICHMUTH et al. (1974) untersuchten 2310 Viertelgesamtmelke auf verschiedene Parameter. Sechs von 20 Parametern wurden ausgewählt, für die der Faktor Zellzahl im vorliegenden Material den prozentual größten Variationsanteil bestimmte. Hierbei handelte es sich um die Gehalte an Natrium, Kalium, Chlorid, Lactose, Molkenstickstoff und die Milchmenge pro Viertel. Mit Hilfe der Diskrimi-

nanzanalyse wurde versucht, eine Trennung in die Gruppen "gesund" und "krank" vorzunehmen. Jeder Parameter wurde der Reihe nach als Basisvariable verwendet. Bei der Verwendung des Zellgehaltes als Basisvariable zeigte sich, daß im Bereich von 100 000 bis 150 000 Zellen die Trennschärfe zwischen benachbarten Gruppen am höchsten war. Sie kamen zu dem Schluß, daß von den gelösten Milchinhaltsstoffen der Natriumgehalt eher als der Lactosegehalt geeignet ist, als diagnostischer Parameter zu fungieren.

RENNER (1975) überprüfte am Einzelgemelk die Aussagekraft mehrerer Parameter. Dazu reihte er aufgrund von Milchanalysen die untersuchten Tiere in die Gruppen "sekretionsgestört" und "nicht sekretionsgestört" ein. Die Zuordnung zur Gruppe "gestört" wurde vorgenommen, wenn die Mehrzahl der untersuchten Parameter aufgrund der bisher angenommenen Grenzwerte auf das Vorliegen einer gestörten Sekretion hinwies. In den beiden Gruppen wurden nun die Häufigkeitsverteilungen für die einzelnen Parameter dargestellt. Der Schnittpunkt in den Häufigkeitsverteilungen der beiden Gruppen kann als der vorgegebene Grenzwert bezeichnet werden, wenn der Überschneidungsbereich der beiden Verteilungen nicht zu groß ist. Für die Zellzahl von Einzelgemelken wurde ein Grenzwert von 400 000/ml ermittelt. Der Anteil der falsch negativen Proben betrug 21,1 %, der der falsch positiven 14,8 %. Für den Lactosegehalt ergab sich ein Grenzwert von 4,59 %. Der Anteil der falsch negativen betrug 6,0 %, der der falsch positiven 6,7 %.

Für die Variabilität der Parameter Zellzahl und Lactose in wöchentlichen Untersuchungsintervallen gab RENNER (1975) einen Variationskoeffizienten von $\pm 5,6\%$ bzw. $\pm 2,2\%$ an.

Zwischen Zellzahl und Lactose im Einzelgemelk wurde eine Korrelation von $r = -0,50$ (RENNER, 1972), im Viertelgemelk von $r = -0,60$ (STAHLHUT-KLIPP, 1973) und im Viertelgesamtgemelk von $r = -0,50$ (REICHMUTH et al., 1974) gefunden.

Die Lactosewerte liegen in den ersten Tagen der Kolostralmilchphase (ROOK und CAMPLING, 1965; LINZELL und PEAKER, 1974) und in den letzten Wochen (ROOK und CAMPLING, 1965; DAWSON und ROOK, 1972) bzw. in den letzten Tagen der Laktation, wenn nur noch unregelmäßig ausgemolken wird (WHEELOCK et al., 1965 b und 1966 a) unter dem Laktationsmittel, das von RENNER (1972) mit 4,80 - 4,90 angegeben wurde.

Vor allem in der Spätlaktation dürfte die Zunahme von Euterinfektionen die Lactosewerte beeinflussen (DAWSON et al., 1974). WHEELOCK et al. (1965 c) fanden zum Zeitpunkt der geringsten Milchleistung die stärksten Konzentrationsverschiebungen in den Milchinhaltsstoffen, wobei der Milchparameter Lactose mit einer zeitlichen Verzögerung gegenüber anderen Parametern sich veränderte. Diese laktationsphysiologischen Vorgänge wurden jedoch häufig durch Zunahme von Euterinfektionen und durch unregelmäßiges Melken verwischt.

Die Konzentration der Hauptbestandteile der Milch nimmt mit der Anzahl der Laktationen ab (ROOK und WOOD, 1959; ROOK und CAMPLING, 1965). In den ersten drei Laktationen soll die Laktosekonzentration in der Milch jedoch ziemlich konstant bleiben (ROOK und CAMPLING, 1965). WAITE (1968) führte einen Großteil der Unterschiede in der Zusammensetzung der Milch alter Kühe im Vergleich zu jungen Kühen auf Einflüsse von Mastitiden, vor allem subklinischer Art, zurück. Auch WALSH et al. (1968) stellten fest, daß der Alterseinfluß auf den durchschnittlichen Lactosegehalt einer Herde vor allem ein Einfluß der Laktationen ist.

Östrogen stimulierte die Milchsekretion in niedriger Konzentration und unterdrückte sie in hoher Konzentration aufgrund seines Einflusses auf Prolaktin (SCHALM et al., 1971). Nach verschiedenen experimentellen Arbeiten mit unterschiedlich hohen Östradiol-Testosteroninjektionen bei Schafen, Ziegen und Kühen (CARUOLO und MOCHRIE, 1968) sowie 17-beta-Östradiolinfusion bei Ziegen

CHOWDHRY und FORBES, 1972) war ein Einfluß auf Milchmenge und Milchezusammensetzung festzustellen. CARUOLO und MOCHRIE (1968) schlossen aus ihren Ergebnissen auch auf einen starken Einfluß von Östrogenen im normalen ovariellen Zyklus auf die Milchbestandteile, einschließlich der Leukozytenzahl. Diese Vermutung wurde durch Beobachtungen an Ziegen, bei denen sich bereits vier Tage vor einem Brunstverhalten ein Abfall von Lactose feststellen ließ, durch PEAKER und LINZELL (1974) bestätigt, die als Ursache eine Permeabilitätsänderung vermuteten.

2.2.4 Natrium und Kalium

Der Aschegehalt der Milch von 0,7 % ist relativ konstant, die Konzentrationen der verschiedenen Salze variieren jedoch beträchtlich. Kalium- und Natriumsalze gehören zu den Salzen, die den Aschegehalt der Milch hauptsächlich bedingen (JENNES und PATTON, 1967).

Natrium befindet sich in der Milch in niedriger, Kalium in höherer Konzentration als im Blut. Bei Euteraffektionen jeder Art nähern sich die Milchwerte dieser Komponenten den Blutwerten (BARRY und ROWLAND, 1953).

Permeabilitätsstörungen im Eutergewebe, wie sie von BARRY und ROWLAND (1953), WHEELOCK et al. (1965 b und 1966 a), LINZELL und PEAKER (1971 a, c, d, 1972, 1973 und 1974) beschrieben wurden, führen zu einem Anstieg der Natrium- und zu einem Abfall der Kaliumkonzentration.

Natrium und Kalium können mit dem Flammenphotometer oder mit dem von FLEET et al. (1972) beschriebenen Autoanalyser (Technicon Instruments, Basingstoke) relativ schnell gemessen werden.

Rassen- bzw. Speziesunterschiede im Aschegehalt der Milch bestehen insofern, als ein höherer Lactosegehalt mit einem niedrigeren Aschegehalt korreliert und umgekehrt (MIELKE, 1975). JENNES

PATTON (1967) ermittelten für Holsteinkühe einen höheren Natriumgehalt (57,6 mg %) und einen höheren Kaliumgehalt (139,2 mg %) als für Braunvieh (43,8 mg % bzw. 138,1 mg %).

Die Natriumbestimmung in der Milch wurde als ein empfindlicher Indikator zur Erkennung subklinischer Mastitiden bewertet (LINZELL und PEAKER, 1972; REICHMUTH et al., 1974; RENNER, 1975). Der Kaliumgehalt zeigte eine geringere Variationsbreite als der Natriumgehalt. Aber auch anhand der Kaliumwerte war eine Trennung in eine gesunde und kranke Gruppe möglich (REICHMUTH et al., 1974), wenn auch die Aussagekraft geringer war (RENNER, 1975).

REICHMUTH et al. (1974) gaben für Natrium- und Kaliumgehalt von Viertelgesamtgemelken folgende Korrelation an:

Na^+ : Lactose $r = -0,66$; Na^+ : log EZZ $r = +0,65$;

K^+ : Lactose $r = +0,49$; K^+ : log EZZ $r = -0,48$;

Der Einfluß des Laktationsstadiums war besonders deutlich beim Natriumgehalt und in geringerem Maße beim Kaliumgehalt zu beobachten. In den ersten Tagen und in den letzten Wochen der Laktation waren der Natriumgehalt höher und der Kaliumgehalt niedriger als im Laktationsdurchschnitt (BARRY und ROWLAND, 1953; ROOK und WOOD, 1959; ROOK und CAMPLING, 1965; ROOK und WHEELLOCK, 1967; LINZELL und PEAKER, 1971 a, 1973 und 1974).

Hinweise dafür, daß Östrogengaben bzw. ein endogen bedingter hoher Östrogenspiegel (Brunst, Follikelzysten, Geburtszeitpunkt) einen Einfluß auf den Natrium- und Kaliumgehalt der Milch ausüben, fanden sich bei COMBERG und MEYER (1962), CHOWDHRY und FORBES (1972) und PEAKER und LINZELL (1974).

2.2.5 Elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert

Da Milch verschiedene Arten von Ionen enthält, ist sie befähigt, elektrischen Strom zu leiten (JENNES und PATTON, 1975). Das elektrische Leitvermögen der Milch ist abhängig von der Temperatur, von der Konzentration und dem Dissoziationsgrad der Elektrolyte (SCHULZ und SYDOW, 1957) und dem Fettgehalt (PRENTICE, 1962). Die Maßeinheit ist $\text{Ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. Man bezeichnet Ohm^{-1} als 1 Siemens (S) (SCHULZ und SYDOW, 1957). Die Leitfähigkeit von Milch und Molke liegt innerhalb des Meßbereiches von 3 - 13 $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ (SCHULZ und SYDOW, 1957). JENNES und PATTON (1967) gaben für normale Milchproben einen Meßbereich von 0,0040 - 0,0055 Ohm^{-1} bei 25°C , das entspricht 4,0 - 5,5 $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, an.

Euterentzündungen führen zu einem Anstieg von Na^{+} und Cl^{-} und zu einem Konzentrationsabfall von K^{+} . Die Summe dieser Veränderungen bedingt den Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit (LINZELL und PEAKER, 1972). Die Korrelation der elektrischen Leitfähigkeit mit dem Zellgehalt ist schlecht, so daß dieser Parameter als diagnostisches Kriterium abgelehnt wurde (LITTLE et al., 1968). Seit vielen Jahren forderten jedoch einige Autoren neben der Beurteilung des absoluten Meßwertes den Vergleich der Meßwerte aller vier Euterviertel einer Kuh (Viertelvergleich) (DAVIS, 1947; DIERNHOFER, 1950; GREATRIX et al., 1968; SACHSE und SCHULZ, 1974; LINZELL und PEAKER, 1975).

Nach SCHULZ und SYDOW (1957) ist die elektrische Leitfähigkeit der Milch zu 60 % durch den Natrium- und Kaliumchloridgehalt der Milch bedingt. Sie forderten wegen der starken Schwankungen des Natriumchlorids die sog. "chloridfreie Leitfähigkeit", d.h. die Gesamtleitfähigkeit abzüglich der aus dem Natriumchloridgehalt bedingten Leitfähigkeit. Diese Differenzierung wurde vor allem im Hinblick auf die Messung von Milchprodukten getroffen.

Die Beeinflussung der Meßgenauigkeit durch den unterschiedlichen Fettgehalt der Milchproben wurde von PRENTICE (1962) ausführlich dargestellt. Zum einen wird das leitende Medium im direkten Verhältnis zum Fettvolumen beeinflusst, zum anderen verlängert sich die Wegstrecke, die die Ionen im elektrischen Feld zurücklegen müssen, durch die Anwesenheit von Fettkügelchen im Wanderungsfeld. SACHSE und SCHULZ (1974) empfahlen nach vergleichenden Untersuchungen von Gemelksfraktionen das fettarme Viertelanfangsgemerk als die zur Untersuchung geeignete Gemelksfraktion.

LINZELL und PEAKER (1975) stellten vor allem einen bakteriologischen Bezug zur Erhöhung der Leitfähigkeit her und konnten durch einmalige Untersuchung alle stark infizierten Euterviertel ermitteln, wenn der Leitfähigkeitswert eines oder mehrerer Viertel 16% höher lag als der niedrigste Wert oder wenn ein einzelnes Meßergebnis den Grenzwert von 56,5 mM-NaCl-Lösung überschritt.

Als Grenzwerte für die elektrische Leitfähigkeit in Viertelgemelksproben wurden $5,9 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ (SACHSE und SCHULZ, 1974) bzw. 56,5 mM-NaCl-Lösung (LINZELL und PEAKER, 1975) angegeben.

Die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der Milch nimmt wegen der Möglichkeit, bereits zu Beginn des Melkprozesses Daten zu erheben und auszuwerten und dadurch eine kontinuierliche Euterüberwachung durchzuführen, in der Mastitisdiagnostik einen bedeutenden Platz ein (ULBRICH, 1975).

MIELKE und SCHULZ (1973) ermittelten folgende Korrelationskoeffizienten für die elektrische Leitfähigkeit (LF) und andere labor-diagnostische Parameter:

LF : pH $r = +0,68$; LF : CL^- $r = +0,90$; LF : Na^+ $r = +0,87$;

LF : K^+ $r = -0,68$; LF : Lactose $r = -0,70$;

LF : Labgerinnungszeit $r = +0,44$;

SACHSE und SCHULZ (1974) gaben für die Beziehung Lactosegehalt zu elektrischer Leitfähigkeit bei Eutererkrankungen einen Re-

gressionskoeffizienten von $R = -0,68$ an, d.h., daß bei einer Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit um $1 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ eine Verminderung des Lactosegehaltes um $0,68\%$ zu erwarten ist. Im Viertelvergleich wurde eine Leitfähigkeitsdifferenz, d.h. höchster Leitfähigkeitswert zu niedrigstem Wert innerhalb der vier Viertelgemelksproben eines Euters, von $0,6 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ zugrundegelegt (BEUCHE und SCHULZ, 1975).

Faktoren, die den Gehalt an Natrium und Kalium in der Milch beeinflussen, beeinflussen auch die elektrische Leitfähigkeit weitgehend. So beobachteten LINZELL und PEAKER (1975) bei zwei von neun Kühen im Östrus einen starken Anstieg der Werte der elektrischen Leitfähigkeit.

Nach einer Antibiotikamitbehandlung von drei gesunden Eutervierteln bei klinischer Mastitis eines Viertels kam es zu einem Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit in der Milch der gesunden Viertel von etwa 50 mM auf ungefähr 90 mM für die Dauer von etwa vier Tagen (LINZELL und PEAKER, 1975).

Durch den Viertelvergleich können Faktoren, wie Allgemeinerkrankungen, Futterwechsel, Östrus, Laktationsstadium und antibiotische Behandlung ausgeschlossen werden (LINZELL und PEAKER, 1975).

pH-Wert

Normale Kuhmilch hat einen pH-Wert von $6,4 - 6,8$ bei einem Durchschnittswert von ungefähr $6,6$. Eine Zunahme der Permeabilität des Eutergewebes, z.B. nach Mastitis oder in der Spätlaktation, führt zu einer Verdünnung der Milch mit den mehr alkalischen Anteilen des Blutes und damit zu einem Anstieg des pH-Wertes der Milch zur alkalischen Seite hin (SCHALM et al., 1971).

Nach DIERNHOFER (1950) kommt der pH-Wertbestimmung in der Milch eine geringe Bedeutung zu. Um die Aussagesicherheit zu erhöhen, forderte er den Viertelvergleich. Auch RENNER (1975) maß der pH-Wertbestimmung einen geringen Wert bei. Bei einem Grenzwert von 6,72 in den Einzelgemelksproben lag der Anteil der falsch negativen Befunde bereits bei 33,0 %. Beim Überschreiten des Grenzwertes konnte jedoch mit relativ guter Sicherheit auf eine gestörte Sekretion geschlossen werden.

2.3 LABORDIAGNOSTISCHE PARAMETER VON GEMELKSFRAKTIONEN

Die Bedeutung einer intakten Zisternenwandung für das spezifische Verhalten von osmotisch-aktiven Substanzen in der Milch wurde durch Versuchsergebnisse von MIELKE (1975), die an Gemelksfraktionen gesunder und kranker Euterviertel gewonnen wurden, unterstrichen. Die Gehalte an Lactose, Na^+ , K^+ und Cl^- bewegten sich in den Zisternen- und Alveolarmilchproben gesunder Euterviertel weitgehend unverändert im Normalbereich. Euteraffektionen führten jedoch zu einer Verminderung der Lactosekonzentration und zu einer Erhöhung des Na^+ - und Cl^- -Gehaltes sowie zu einem Abfall des K^+ -Gehaltes in den Zisternenmilchproben. In den ersten Alveolarmilchproben wies der Lactose-, Na^+ -, K^+ - und Cl^- -Gehalt Normalwerte auf, während in den letzten Alveolarmilchproben abhängig vom Grad der Veränderungen in den Zisternenmilchproben die Werte wieder verändert waren. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen wurde der Schluß gezogen, daß Euteraffektionen verschiedener Genese vorrangig über die Schädigung der Zisternenwandung zu den dargestellten differenzierten Konzentrationsveränderungen in den Zisternen- und Alveolarmilchproben führten.

SACHSE und SCHULZ (1974) untersuchten Viertelanfangsgemelke und Endgemelke auf ihren Gehalt an Lactose und den Wert der elektrischen Leitfähigkeit. Sie stellten das gegensätzliche Verhalten von Lactose und elektrischer Leitfähigkeit dar. Ferner wiesen sie auf den negativen Einfluß des hohen Fettgehaltes der Alveolarmilchfraktionen hin.

PAAPE und TUCKER (1966) stellten fest, daß sich die Zellgehalte in den ersten fünf Gemelksfraktionen zu 20 ml nicht signifikant vom Anfangsgemelk unterscheiden. Weiter unterschieden sich der Zellgehalt des Endgemelkes und des Gesamtgemelkes nicht signifikant voneinander, aber jedes dieser beiden Gemelksarten enthielt signifikant mehr somatische Zellen als das Viertelanfangsgemelk.

2.4 EINFLUSS DES FUTTERWECHSELS AUF LABOR-DIAGNOSTISCHE PARAMETER

Änderungen in Haltungs- und Fütterungsbedingungen, wie sie zum Beispiel mit einem Weideaustrieb im Frühjahr verbunden sind, sind stressende Faktoren, die sich auch auf Menge und Zusammensetzung der Milch auswirken. So stellten RENNER et al. (1971) an mehreren Versuchsgruppen fest, daß bei Rindergruppen nach Weideaustrieb und Angebot von Weidefutter bzw. nur Angebot von Weidefutter im Anschluß an eine Winterfütterungsperiode es zu einem erheblichen Anstieg des Zellgehaltes in der Milch kam. Wurden nur die Haltungsbedingungen verändert, waren die Zellgehaltserhöhungen geringer. Die Futterumstellung stellte eine wesentlich höhere Belastung dar als die Veränderungen der Haltungsbedingungen allein.

LINZELL und PEAKE (1972) berichteten von einer Beobachtung, daß in der Milch einer Gruppe von Jerseykühen nach einem Weide-

austrieb im Frühjahr Werte in der elektrischen Leitfähigkeit der Milch ermittelt wurden, wie sie sonst nur bei Mastitis festzustellen sind.

Über den Einfluß der Qualität und der Menge des Futterangebots auf den Lactosegehalt der Kuhmilch berichteten DAWSON und ROOK (1972). Sie stellten fest, daß ein überreichliches Futterangebot den gegen Ende der Laktationsperiode zu beobachtenden Abfall des Lactosegehalts aufhalten kann.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 MATERIAL

Das Tiermaterial gliedert sich dem Versuchsziel entsprechend in zwei Gruppen:

Gruppe 1. Kühe aus Beständen mit Milchleistungsprüfung (Untersuchung auf verschiedene physikalisch-chemische Parameter, Zellgehalt und euterpathogene Erreger). Insgesamt 593 Kühe aus 37 Herden wurden in die Versuche einbezogen. Es handelte sich fast ausschließlich um Höhenfleckviehkühe. Die durchschnittliche Herdengröße betrug 16 Kühe.

Gruppe 2. Kühe aus einem Bestand zur Untersuchung von Gemelksfraktionen auf physikalisch-chemische Parameter und Zellgehalt. Zwei klinisch gesunde Höhenfleckviehkühe aus dem Milchviehbestand der Staatl. Versuchsgüterverwaltung Grub bei München standen zur Verfügung. Die tägliche Milchleistung der Kühe Rebe und Mona wurde aufgrund der Ergebnisse der Milchleistungsprüfung auf 18,3 bzw. 18,0 kg geschätzt. Die Kuh Rebe hatte vier gesunde Euterviertel, die Kuh Mona vier subklinisch erkrankte Euterviertel.

3.2 METHODIK

3.2.1 Zytologische, mikrobiologische und physikalisch-chemische Untersuchung der Milch

3.2.1.1 Zellgehalt

Die Zählung der Milchzellen erfolgte auf elektronischem Wege mittels Coulter Counter nach der von TOLLE et al. (1966) beschriebenen Methode. Dabei wurde die im Jahre 1971 vom INSTITUT FÜR MILCHHYGIENE DER BUNDESANSTALT FÜR MILCHFORSCHUNG in Kiel beschriebene detaillierte Untersuchungstechnik übernommen.

3.2.1.2 Euterpathogene Keime

Die Untersuchung der Milch auf euterpathogene Keime erfolgte nach den Richtlinien, die 1969 vom NATIONAL MASTITIS COUNCIL der U.S.A. veröffentlicht wurden.

3.2.1.3 Lactosegehalt

Der Lactosegehalt der Milch wurde mit dem Infrarot-Milchanalysator "IRMA-M II" der Firma Grubb-Parsons, Newcastle, England ermittelt. Die Eichung des Gerätes erfolgte anhand der folgenden zwei Lactose-Standardlösungen:

Lactose I 10, 28 g Lactose-Monohydrat (Merck) ad 1000 ml Aqua dest.

Lactose II 51, 40 g Lactose-Monohydrat (Merck) ad 1000 ml Aqua dest.

Die Messung der Lactose-Lösung I ergab einen Eichwert von 0,57, die der Lactose-Lösung II einen solchen von 4,95.

Die Lactose-Eichung wurde jeweils vor Versuchsbeginn mit Hilfe des Wasserwertes überprüft, wobei sich sowohl in der Probenzelle als auch in der Referenzzelle blasenfreies demineralisiertes Wasser befand.

Die Aufbereitung der Proben und die laufende Überprüfung des Gerätes erfolgte nach der Arbeitsvorschrift der Herstellerfirma.

3.2.1.4 Natriumgehalt

Der Gehalt der Milch an Natrium wurde mit dem Flammenphotometer "700" der Firma Eppendorf (Hamburg) bestimmt. Als Brenngas wurde Propan verwendet.

Die Eichung des Gerätes erfolgte mit einer Eichlösung von 2 mg% Natrium, die aus einer Stammlösung von 50 mg% (nach Vorschrift der Firma) hergestellt worden war.

Nach Zentrifugieren ($g = 904$) der Milchproben wurde die Rahmschicht mit einer Wasserstrahlpumpe abgesaugt und die Magermilch im Verhältnis 1:100 mit Aqua dest. verdünnt. Anschließend erfolgte die Messung.

3.2.1.5 Kaliumgehalt

Der Kaliumgehalt der Milch wurde ebenfalls mit dem oben angegebenen Flammenphotometer bestimmt. Die Aufbereitung der Proben erfolgte wie bereits unter 3.2.1.4 beschrieben. Als Eichlösung wurde eine Kalium-Standardlösung (3 mg%) nach Angaben der Herstellerfirma verwendet.

3.2.1.6 Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit der Milch wurde mit dem Digitalmeter "DIGI 610" der Firma Wissenschaftlich-Technische-Werkstätten (Weilheim) gemessen. Die Eichung erfolgte nach Angaben der Herstellerfirma. Die Meßwerte wurden durch Eintauchen einer Platinelektrode mit bekannter Zellenkonstante in die nicht vorbehandelte Probe ermittelt und mit Hilfe einer Korrekturtabelle auf den Wert bei 20 °C korrigiert.

3.2.1.7 pH-Wert

Der pH-Wert der Milchproben wurde mit dem gleichen Gerät (Digitalmeter "DIGI 610") gemessen. Als Eichlösung wurden Standard-Pufferlösungen von pH 6,0 und pH 9,0 verwendet.

3.2.2 Gewinnung und Behandlung der Milchproben von Kühen der Gruppe 1

Einzelgemelke. Von den 593 Kühen der Gruppe 1 wurde durch Leistungsprüfer des Landeskuratoriums der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern im Rahmen der Milchleistungsprüfung jeweils eine Probe aus dem Abend- und aus dem Morgengemelk gewonnen. Zu 20 - 50 ml Milch wurde eine Tablette Natriumazid zur Konservierung zugesetzt. Innerhalb von vier Stunden nach der Entnahme der Probe aus dem Morgengemelk wurde das Untersuchungsgut in das Zentralinstitut des Tiergesundheitsdienstes in Grub gebracht.

Von diesen Milchproben wurden jeweils 2 ml zur Untersuchung auf den Zellgehalt mit einer Ultra-Asept Spritze entnommen und die verbliebene Milch anschließend mit dem IRMA-Gerät auf Fett, Eiweiß und Lactose noch am gleichen Tage untersucht.

Viertelanfangsgemelke. In den gleichen Betrieben entnahmen zur gleichen Zeit Techniker des Tiergesundheitsdienstes Bayern, Grub, vor dem Morgenmelken unter möglichst sterilen Bedingungen nach Verwerfen des ersten Milchstrahls pro Euterviertel etwa 40 ml Anfangsgemelk. Diese nicht konservierten Milchproben trafen etwa ein bis zwei Stunden nach dem Morgenmelken im Zentralinstitut des Tiergesundheitsdienstes in Grub ein und wurden dort sofort untersucht.

Nach der Entnahme von Material zur mikrobiologischen Untersuchung wurden 2 ml für die Natrium- und Kaliumbestimmung und 2 ml für die Zellzahlbestimmung verwendet. Die restliche Milch wurde dann auf Fett, Eiweiß, Lactose, elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert untersucht.

Sämtliche Meßdaten wurden schließlich vom Protokollblatt auf Lochkarten übertragen und in der EDV-Anlage des LKV Bayern in München ausgewertet.

3.2.3 Gewinnung und Behandlung der Milchproben von Kühen der Gruppe 2

Von den beiden Kühen Rebe und Mona wurden innerhalb einer Woche während vier Melkzeiten mit einer Viertelgemelkmaschine und durch Handmelken jeweils zur Abendmelkzeit fünf aufeinanderfolgende Fraktionen Anfangsgemelk zu je 8 ml vor dem Einschießen der Milch gewonnen. Die 6. Fraktion unmittelbar nach dem Einschießen der Milch umfaßte 40 ml. Dann wurde etwa die Hälfte der früher ermittelten Milchmenge der Kuh mit der Viertelgemelkmaschine ermolken, die Maschine abgesetzt und von Hand 40 ml (7. Fraktion) gewonnen. Der Melkvorgang wurde dann durch Melken mit der Viertelgemelkmaschine beendet und nochmals 40 ml der restlichen Alveolarmilch (8. Fraktion) von Hand ermolken. Schließlich wurden noch vom Viertelgesamtgemelk 40 ml entnommen.

Die 36 Milchproben pro Kuh wurden in das Zentralinstitut des TGD gebracht, dort zur Untersuchung vorbereitet und am nächsten Tag untersucht. Wegen des unterschiedlichen Fettgehaltes der einzelnen Gemelkfraktionen wurden die Proben vor der Weiterbehandlung entfettet, um den Fetteinfluß auf die Meßgenauigkeit auszuschalten. Dies erfolgte durch Zentrifugieren ($g = 904$). Bei den fünf Fraktionen zu etwa 8 ml umfaßte die Untersuchung wegen zu geringer Milchmenge nur die Bestimmung von Zellgehalt, Natrium und Kalium. Aus der verbliebenen Milch der fünf Fraktionen wurde eine Mischmilch von etwa 20 ml hergestellt, die dann wie die übrigen drei Fraktionen und das Viertelgesamtgemelk auf Zellgehalt, Lactose und Natrium untersucht wurde.

3.3 VERSUCHE UND VERSUCHSERGEBNISSE

3.3.1 Untersuchungen zur Erkennung subklinischer Mastitiden

Die Definition der Rindermastitis, die in den Jahren 1967 und 1971 vom INTERNATIONALEN MILCHWIRTSCHAFTSVERBAND festgelegt wurde und die auf einer einmaligen zytologischen und mikrobiologischen Untersuchung der Viertelanfangsgemelke beruht, kann heute nicht mehr aufrechterhalten werden (TOLLE, 1976).

Aus diesem Grunde wurde versucht, eine brauchbare Mastitisdefinition, ebenfalls unter Zugrundelegung des Viertelanfangsgemelkes, festzulegen.

Als Viertelanfangsgemelk wurde Zisternenmilch verstanden, die noch vor dem Einschießen der Milch gewonnen werden konnte. Neben dem Zellgehalt und dem mikrobiologischen Status der Proben wurden noch andere Parameter einbezogen, die nach allgemeiner Auffassung physikalisch-chemische Veränderungen der Milch infolge subklinischer Mastitis anzeigen.

Die Bestimmung des Gehaltes an Lactose, Natrium und Kalium und die Messung der elektrischen Leitfähigkeit und des pH-Wertes wurden ausgewählt (Tab. 1). Die Streuung der Werte bei den einzelnen Parametern war sehr unterschiedlich. Auffallend ist die außergewöhnlich breite Streuung des Natriumgehaltes ($\bar{x} = 57,34$; $VK = 66,00$). Das Maß der Streuung im Lactosegehalt ($VK = 15,83$) und in der elektrischen Leitfähigkeit ($VK = 15,56$) unterscheidet sich nur gering. Außerordentlich gering ist die Streuung des pH-Wertes ($\bar{x} = 6,68$; $VK = 2,39$).

Fett- und Eiweißwerte fielen bei der automatisierten Bestimmung des Lactosegehaltes an und wurden deshalb nur am Rande berücksichtigt (Tab. 1).

3.3.2 Korrelationen der geprüften Parameter

Die Anfangsgemelke der Euterviertel wurden einmalig auf Zellgehalt und die oben angegebenen physikalisch-chemischen Parameter untersucht. In die Korrelationsrechnung flossen die Werte aller Euterviertel von Kühen ein, wie sie im Rahmen der Milchleistungsprüfung untersucht wurden. Nach logarithmischer Transformierung der Zellgehaltswerte wurden die Beziehungen zu den physikalisch-chemischen Parametern geprüft (Tab. 2). Die r -Werte von $\log$ Zellzahl und den übrigen Parametern bewegten sich in der von der Literatur her bekannten Größenordnung wie $r = -0,62$ für Lactosegehalt zu elektronisch gezählter Zellzahl und $r = 0,62$ für Natrium zu elektronisch gezählter Zellzahl. Lactose- und Natriumgehalt waren dagegen außerordentlich eng korrelativ verbunden (Tab. 2), so daß die Korrelationen letztlich zwei diagnostisch nutzbare Systeme erkennen ließen, nämlich die zelluläre Reaktion einerseits und die Veränderungen des Lactose- und Mineralstoffgehaltes andererseits.

3.3.3 Grenzwertermittlung für verschiedene Parameter

Es wurde davon ausgegangen, daß sich in der untersuchten Population von 593 Kühen naturgemäß Kühe mit gesunden und kranken Euter Vierteln befanden. Da die Meßwerte der einzelnen Parameter nicht normal verteilt waren, wurde versucht, für den einzelnen herangezogenen Parameter mit Hilfe des Wahrscheinlichkeitsnetzes einen Grenzwert zu ermitteln, der eine Trennung in eine gesunde und in eine kranke Gruppe ermöglichte. Dazu wurden die Werte als Summenprozent der Häufigkeitsverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz aufgetragen. Der Grenzwert errechnete sich aus dem arithmetischen Mittelwert ($\bar{x}$) und der doppelten Standardabweichung (s), wobei $\bar{x}$ und s im vermutlich gesunden Bereich ermittelt wurden.

3.3.3.1 Zellgehalt

Die Werte der Summenprozent der Häufigkeitsverteilung für den Zellgehalt wurden auf der logarithmisch unterteilten Abszisse im Wahrscheinlichkeitsnetz aufgetragen (Abb. 1). Es mußte hier eine Trennung in die Gruppen "gesund" und "krank" vorgenommen werden, obwohl der in Frage kommende Bereich zwischen 330 000 und 400 000 Zellen pro ml lag. Der Zellgehaltsgrenzwert wurde auf 350 000/ml festgesetzt, da sich bei einer Gegenüberstellung von Höhe der Zellzahl und Nachweis euterpathogener Mikroorganismen in diesem Bereich ein deutlicher Anstieg der prozentualen Häufigkeit positiver Befunde ergab (Abb. 5).

3.3.3.2 Physikalisch-chemische Parameter

Die ermittelten Lactosewerte wurden entsprechend dem Zellgehalt ebenfalls als Summenprozent ihrer Häufigkeitsverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz aufgetragen (Abb. 2). Der Mittelwert wurde im

vermutlich gesunden Bereich gesucht und der Grenzwert aus dem Mittelwert der gesunden Gruppe abzüglich der doppelten Standardabweichung bestimmt. Aus dem untersuchten Material von 2350 Viertelanfangsgemelken ergab sich ein Grenzwert von 4,49 %.

Der Grenzwert für Natrium errechnete sich aus dem Mittelwert im gesunden Bereich abzüglich der doppelten Standardabweichung, wobei die Trennung der Gruppen "gesund" und "krank" bei 66 mg% festgelegt wurde (Abb. 3).

Für die elektrische Leitfähigkeit konnte aus dem Mittelwert im gesunden Bereich abzüglich der doppelten Standardabweichung ein Grenzwert von $5,24 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ ermittelt werden (Abb. 4).

Wegen der unterschiedlichen Streuung der Meßwerte der einzelnen Parameter muß damit gerechnet werden, daß bei einer Grenzwertbestimmung mit dem Wahrscheinlichkeitsnetz für die einzelnen physikalisch-chemischen Parameter ein unterschiedlich hoher Prozentsatz von Eutervierteln als krank erfaßt wird. Die prozentualen Anteile aller Euterviertel, die durch den Grenzwert des jeweiligen geprüften Parameters als krank ermittelt wurden, sind aufgezeichnet worden (Tab. 3). Es zeigte sich, daß bei Verwendung der gleichen statistischen Methode für alle Parameter durch den Grenzwert für Natrium (= 66 mg%) und für den Zellgehalt (= 350 000/ml mit 24,8 % bzw. mit 22,7 % die relativ größte Anzahl an Eutervierteln als krank eingestuft werden. Die Gehalte an Natrium und Zellen in der Milch nehmen bei Euterentzündungen zu.

Eine weitergehende Analyse der Beziehungen der Gehalte an Zellen, Lactose, Natrium und der elektrischen Leitfähigkeit bei Viertelanfangsgemelken ergab, daß in 64,5 % der Fälle von Überschreitungen des Zellgehaltsgrenzwertes auch Werte im abnormen Bereich bei Lactose, Natrium bzw. elektrischer Leitfähigkeit vorlagen. In 57,7 % der Fälle mit Werten im abnormen Bereich bei Lactose, Natrium bzw. elektrischer Leitfähigkeit wurden en bloc-Reaktionen dieser Parameter ermittelt, d. h. in diesen Fällen überschritten

alle drei Parameter den festgelegten Grenzwert.

3.3.4 Mikrobiologischer Status und andere labordiagnostische Parameter

Von 2350 mikrobiologisch untersuchten Milchproben wurden in 297 Proben (= 12,6 %) euterpathogene Mikroorganismen nachgewiesen. In 63,9, 29,9, 5,0 und 3,0 % der positiven Fälle wurden Streptokokken, koagulasepositive Staphylokokken, Galtstreptokokken bzw. coliforme Keime gefunden.

3.3.4.1 Mikrobiologische Befunde und Zellgehalt

In 31,4 % der Fälle mit abnormem Zellgehalt konnten auch euterpathogene Keime nachgewiesen werden. Ab 350 000 Zellen/ml ist ein deutlicher Anstieg mikrobiologisch positiver Befunde festzustellen (Abb. 5). Insgesamt 56,5 % der mikrobiologisch positiven Befunde entfielen auf Euterviertel mit einem Zellgehalt von $\geq 350\,000$ / ml Anfangsgemelk (Tab. 4).

3.3.4.2 Mikrobiologische Befunde und physikalisch-chemische Parameter

Unterhalb des Lactosegrenzwertes von 4,49 % und oberhalb des Natriumgrenzwertes von 66 mg% ist die Zunahme mikrobiologisch positiver Befunde geringer als oberhalb des Zellzahlgrenzwertes von 350 000 (Abb. 6 und 7). Die Verteilung der 297 mikrobiologisch positiven Befunde auf die verschiedenen Parameter im abnormen Bereich ergab, daß der Zellzahlgrenzwert und der Natriumgrenzwert mit 56,5 bzw. 42,4 % mikrobiologisch positiver Befunde die Euterviertel mit euterpathogenen Erregern am besten erfaßten (Tab. 4).

3.3.5 Einteilung der Population in gesunde und kranke Tiere

Hauptziel der Untersuchungen war es festzustellen, inwieweit sich die Bestimmung des Lactosegehaltes von Gesamtgemelken, wie sie im Rahmen der Milchleistungsprüfung gewonnen werden, eignet, Rückschlüsse auf die Eutergesundheit des Einzeltieres und insbesondere der Herde zu ziehen. Daher wurde in diesem Versuch neben der Feststellung der Milchleistung des Tieres und der Zellgehaltsbestimmung die Lactosegehaltsbestimmung von Gesamtgemelken durchgeführt.

Im Zuge der automatisierten Lactosegehaltsbestimmung und wegen der Erfordernisse der Milchleistungsprüfung wurden zwangsläufig auch Fett- und Eiweißgehalte bestimmt.

In Tabelle 5 sind die Mittelwerte (mit Standardabweichung und Variationskoeffizient) der Untersuchungsdaten von 593 Proben aus Gesamtgemelken, wie sie im Rahmen der Milchleistungsprüfung gewonnen werden, aufgeführt, wobei in die Wertung eutergesunde und euterkrankte Kühe einfließen. Es war nun zu prüfen, inwieweit sich die in der Milchezusammensetzung durch subklinische Mastitiden festgestellten Veränderungen im Viertelanfangsgemelk (s. 3.3.1) auf den Lactosegehalt im Gesamtgemelk auswirken und in welchem Maße sich damit die Lactosebestimmung im Gesamtgemelk zur Mastitisdiagnostik eignet.

3.3.5.1 Einteilung der Kühe in "gesund" und "krank" aufgrund der ermittelten Grenzwerte für Zellgehalt und für Lactose und/oder Natrium

Eine Kuh gehörte zur Gruppe "krank", wenn ein oder mehrere Euterviertel im Zellgehalt einerseits und im Lactose- und/oder Natriumgehalt andererseits eine Grenzwertübertretung zeigten. Damit basiert diese Definition auf zwei verschiedenen diagnostischen Systeme-

men. Anhand dieser neuen Mastitisdefinition wurden 278 (= 30 %) der untersuchten Kühe als krank eingestuft. Das Maß der Streuung für den Lactosegehalt war in dieser Gruppe mit $VK = 9,53\%$ (Tab. 7) größer als das der anderen Gruppe (gesunde Kühe) mit $VK = 5,08\%$ (Tab. 6). Aus dem Gesamtmaterial (593 Einzelgemelke) ergab sich ein arithmetischer Mittelwert der Lactosegehalte von $4,99\%$ und ein Variationskoeffizient von $VK = 7,41\%$ (Tab. 5).

Es war nun zu prüfen, bei welchem Lactosegrenzwert im Gesamtgemelk die relativ beste Erfassung kranker und gesunder Tiere möglich ist. Dieser Grenzwert lag bei $4,75\%$ (Abb. 8 und Tab. 8). Unter Zugrundelegung der beschriebenen Einteilung der Population in gesunde und kranke Tiere wurden $4,04\%$ der Kühe als falsch positiv und $15,85\%$ als falsch negativ beurteilt, wenn ein Lactosegrenzwert von $4,75$ für das Gesamtgemelk fixiert wurde. Insgesamt wurden $80,11\%$ der untersuchten Kühe richtig beurteilt.

3.3.5.2 Einteilung der Kühe in "gesund" und "krank" aufgrund der elektrischen Leitfähigkeit der Viertelanfangsgemelksproben

Die sog. "Differenzmethode" ist ein diagnostisches Verfahren, um durch Vergleich von Untersuchungsdaten der Viertelanfangsgemelksproben einer Kuh Euterentzündungen festzustellen. Unspezifische Einflüsse wie Altmelkstadium, Allgemeinerkrankung, Östrus und Futterwechsel können damit weitgehend eliminiert werden.

Die elektrische Leitfähigkeit wurde für diesen Vergleich deshalb gewählt, weil dieser Parameter als "Entzündungsparameter" verschiedentlich beschrieben und anerkannt wurde (DAVIS, 1947; DIERNHOFER, 1950; SCHULZ und SYDOW, 1957; PRENTICE, 1962; LITTLE et al., 1968; GREATRIX et al., 1968; SACHSE und SCHULZ, 1974; LINZELL und PEAKER, 1975).

Eine Kuh wurde als "krank" eingestuft, wenn bei mindestens einem Euterviertel die elektrische Leitfähigkeit des Viertelanfangsgemelkes

von $5,24 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ überschritten wurde und wenn zusätzlich eine Differenz der Leitfähigkeit von $0,6 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ zwischen zwei Euterviarteln einer Kuh bestand. Unter Zugrundelegung dieser Definition betrug der Gesamtfehler 18,54 % bei einem Lactosegrenzwert von 4,75 % für Gesamtgemelke (Tab. 9).

3.3.6 Beziehungen zwischen Mastitisfrequenz und Häufigkeit von Lactosegrenzwertüberschreitungen bei Gesamtgemelken pro Herde

Da die Lactosegehaltsbestimmung von Gesamtgemelken in erster Linie zur Beurteilung der Eutergesundheit einer Herde herangezogen werden soll, war zu prüfen, ab welcher Mastitisfrequenz in einer Herde die relativ sicherste Aussage anhand der Lactosegehaltsbestimmung des Einzelgemelks möglich ist. Dazu wurden "Mastistiere", d.h. die nach der selbst erarbeiteten Mastitisdefinition als krank einzustufenden Tiere, zu "Lactosepositiven Tieren", das sind Tiere mit einem Lactosegehalt des Gesamtgemelkes von $\leq 4,75\%$, zueinander in Beziehung gesetzt, wobei jeweils die prozentualen Anteile ausgewertet wurden. Die Beziehung zwischen den beiden Merkmalen drückt sich im vorliegenden Fall durch die Regressionsgleichung $y = 0,44 \cdot x + 5,35$ und den Korrelationskoeffizienten $r = +0,57$ aus (Abb. 9). Es zeigte sich, daß zwischen den Merkmalen "Mastitis-Tiere" und "Lactosepositive Tiere" bei einer einmaligen Untersuchung keine enge korrelative Verbindung besteht.

Der Gesamtfehler, d.h. die Summe der Anteile der falsch positiv und falsch negativ beurteilten Kühe einer Herde, liegt bei einer Mastitisfrequenz von $\geq 40\%$ pro Herde mit 18,9 % am niedrigsten (Tab. 10). Wegen der für diese Auswertung sehr geringen Anzahl von Herden ($n = 37$), bei der auf die einzelnen Klassen zu wenig Herden entfallen, muß dieses Ergebnis vorsichtig interpretiert werden.

3.3.7 Beeinflussung der Ergebnisse der Lactosegehaltsbestimmung durch unterschiedlichen Fettgehalt der Milchproben

Es war noch zu prüfen, in welchem Umfang der Fettanteil der Milch zu einer Einengung der wässrigen Phase der Milch führt und damit zu einer Reduzierung des Lactosegehalts.

Aus einer einzelnen Tankmilchprobe wurden 35 Proben mit unterschiedlichem Fettgehalt hergestellt. Dies geschah in der Weise, daß zu der entrahmten Tankmilch wechselnde Mengen vorbehandelter Tankmilch zugegeben wurden. Auf diese Weise konnten aus der gleichen Tankmilchprobe mit bekanntem Lactosegehalt verschiedene Milchproben mit unterschiedlichem Fettgehalt gewonnen werden. Mit dem IRMA-Gerät wurden dann die Gehalte an Fett, Eiweiß und Lactose bestimmt. Aus den Meßdaten von Fett und Lactose ließ sich die Regressionsgleichung $y = -0,10 \cdot x + 5,43$ erstellen (Abb. 10). Der Regressionskoeffizient $R = -0,10$ besagt im vorliegenden Fall, daß pro 1% Fett der Milchprobe der tatsächliche Lactosewert gegenüber dem angezeigten um 0,10% höher liegt. Aus diesem Grunde können Ergebnisse der Lactosebestimmung von Viertelanfangsgemelken mit einem durchschnittlichen Fettgehalt von 1,92% (Tab. 1) nicht mit denen von Gesamtgemelken mit einem Durchschnittswert von 4,01% Fett (Tab. 5) verglichen werden. Durch Entfetten der Milchproben oder durch Benutzung eines Korrekturfaktors könnte der die Ergebnisse verfälschende Einfluß des Fettes auf die Meßgenauigkeit der Lactosebestimmung bei Milchproben mit stark schwankendem Fettgehalt ausgeschaltet werden.

3.3.8 Vergleich der Werte verschiedener labor- diagnostischer Parameter von Viertelge- melksfraktionen und Viertelgesamtgemelken

Der Gesundheitszustand des einzelnen Euterviertels wurde nach der eigenen, bereits beschriebenen Definition, anhand von Viertelanfangsgemelken beurteilt. Unter dem Viertelanfangsgemerk wurde Zisternenmilch (Zitzen- und Drüsenzisternenmilch) verstanden, die noch vor dem Einschießen der Milch gewonnen wird. Es war zu prüfen, ob sich fraktioniert gewonnene Zisternenmilchproben zu je 8 ml signifikant von der ersten Zisternenmilchfraktion (8 ml) unterscheiden. Insgesamt wurden pro Euterviertel fünf Zisternenmilchproben zu 8 ml gewonnen, die 40 ml Viertelanfangsgemerk entsprechen. Die Probenbezeichnungen 1_1 , 1_2 , 1_3 , 1_4 und 1_5 bedeuten die Zisternenmilchfraktionen.

Weiter wurde geprüft, ob sich die Fraktion 2, die unmittelbar nach dem Einschießen der Milch gewonnen wurde, sowie das Mittelgemerk, das Endgemerk und das Viertelgesamtgemerk signifikant vom Viertelanfangsgemerk unterscheiden. Bei der Versuchsdurchführung war zu beachten, daß es während der Zisternenmilchgewinnung nicht zu einem Einschießen der Milch kam, um eine Verfälschung der Ergebnisse zu vermeiden. Die Proben wurden wie folgt bezeichnet: das Viertelanfangsgemerk (1), das aus den fünf zusammengeschütteten Zisternenmilchproben bestand, die unmittelbar anschließende Fraktion (2) zu 40 ml, die nach dem Einschießen der Milch gewonnen wurde, das Mittelgemerk (3), das Endgemerk (4) und das Viertelgesamtgemerk (5). Bei den Zisternenmilchproben 1_1 - 1_5 konnten wegen zu geringer Milchmenge von je 8 ml nur die Parameter Zellzahl, Natrium und Kalium bestimmt werden. Aus den Proben 1-5 wurden die Milchparameter Zellzahl, Natrium und Lactose bestimmt. Die statistische Prüfung wurde mit dem t-Test durchgeführt.

3.3.8.1 Gesunde Euterviertel

Zisternenmilchfraktionen $1_1 - 1_5$

Aus 16 Meßwerten pro Parameter und Fraktion von vier gesunden Eutervierteln wurde die Differenz gebildet, der Mittelwert der Differenz errechnet und mit dem t-Test geprüft. Zwischen den Meßwerten der Parameter Zellzahl, Natrium und Kalium bestand außer für den Zellgehalt der Fraktionen 1_1 und 1_5 , kein signifikanter Unterschied (Tab. 11).

Viertelgemelksfraktionen und Viertelgesamtgemelk

Die acht Meßwerte pro Parameter und Gemelk wurden in der gleichen Weise statistisch geprüft. Es zeigte sich, daß für die Parameter Zellzahl, Lactose und Natrium mit Ausnahme von Zellgehalt in den Fraktionen 1 und 4 kein signifikanter Unterschied zwischen Viertelanfangsgemelk und den übrigen Gemelken (2-5) bestand (Tab. 13 und Abb. 11).

3.3.8.2 Euterviertel mit subklinischer Mastitis

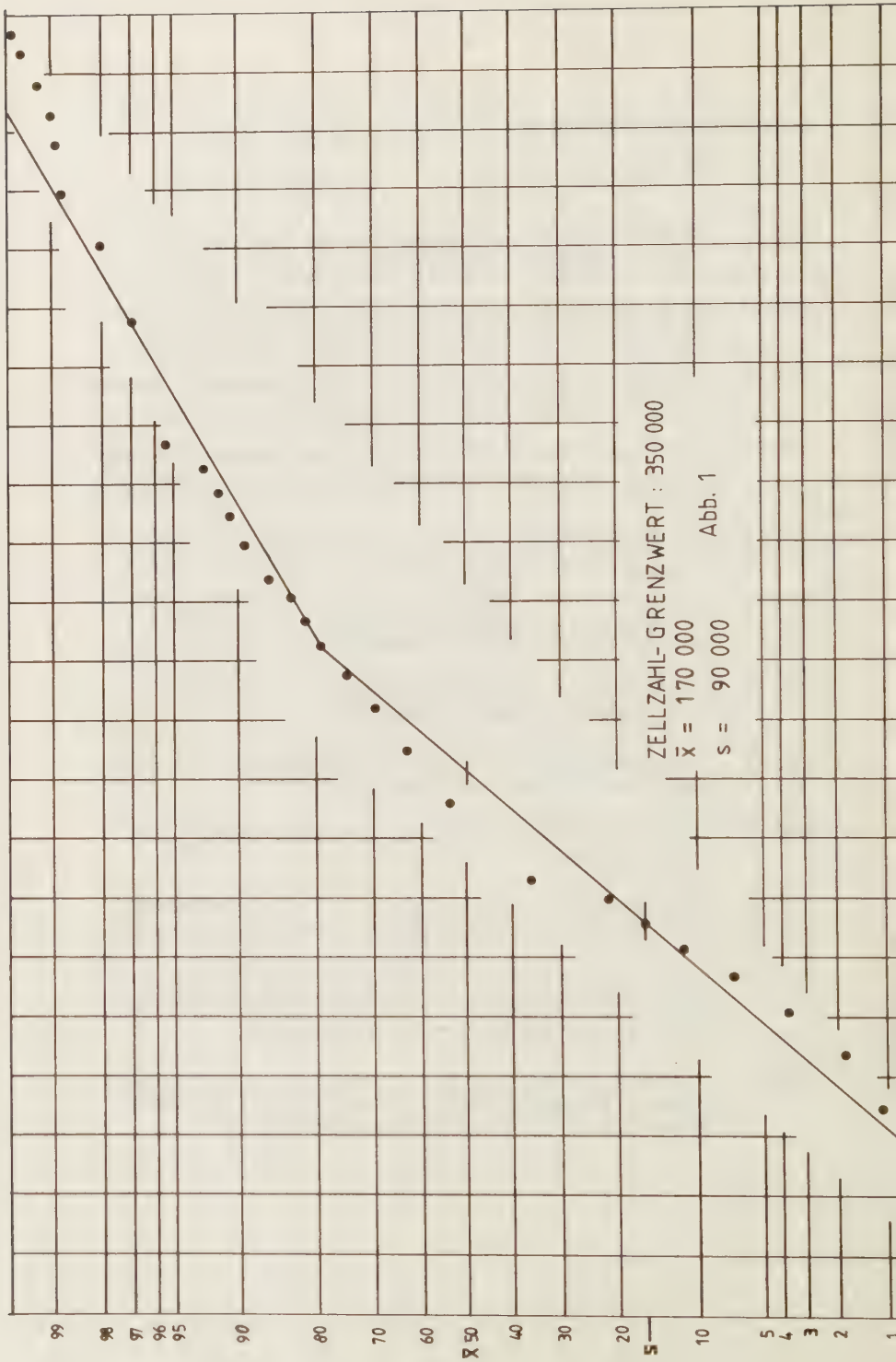
Zwischen den Zisternenmilchfraktionen 1_1 und $1_2 - 1_5$ bestand kein signifikanter Unterschied mit Ausnahme des Zellgehalts der Fraktionen 1_1 und 1_5 (Tab. 12). Zwischen Viertelanfangsgemelk (1) und den Proben 2, 3 und 5 bestanden signifikante Unterschiede, nicht jedoch zwischen dem Viertelanfangsgemelk und dem Endgemelk (Tab. 14 und Abb. 12).

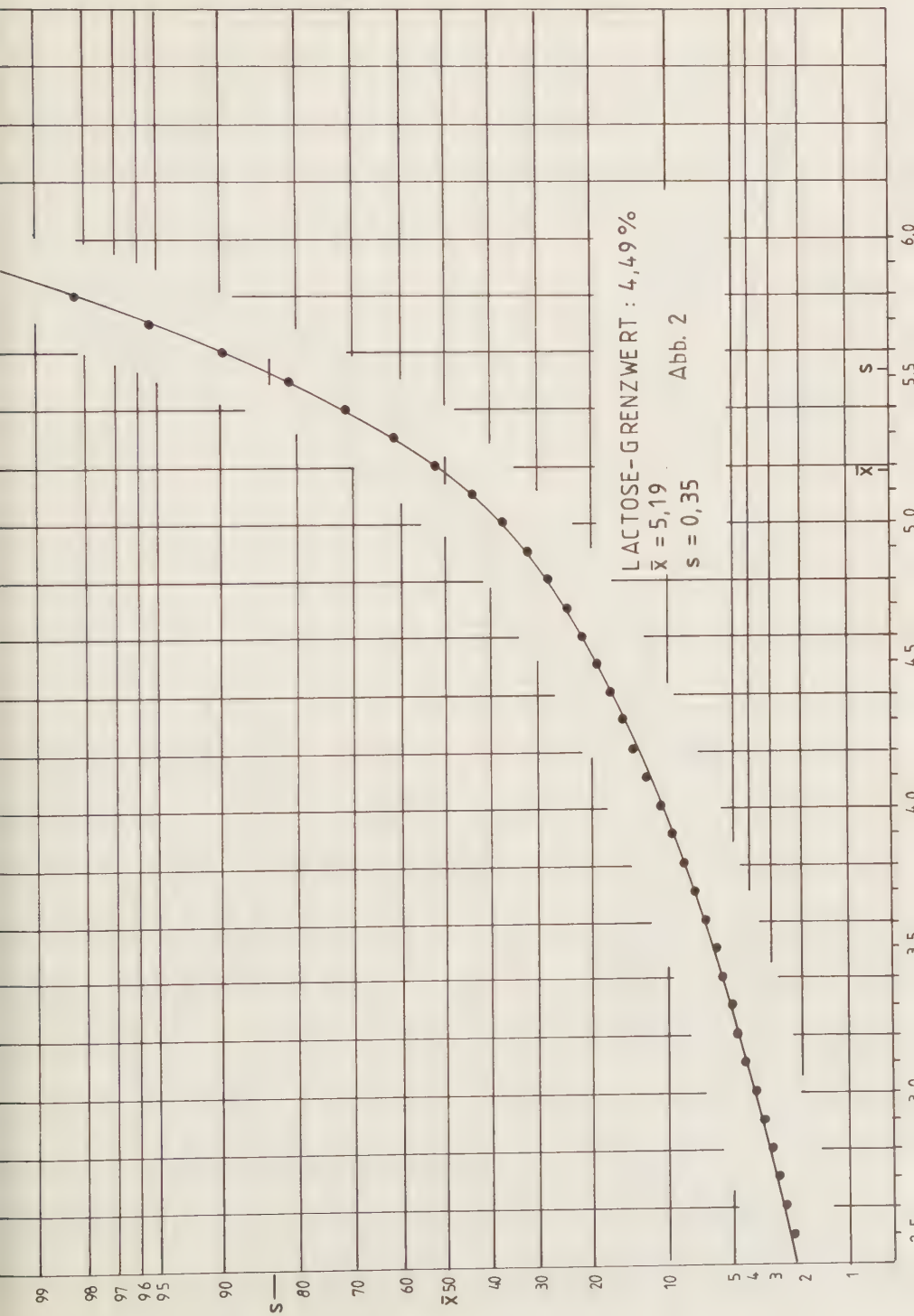
3.3.8.3 Einfluß des Futterwechsels auf die Gehalte an Zellen,
Lactose und Natrium im Viertelanfangs- und Viertel-
gesamtgemelk

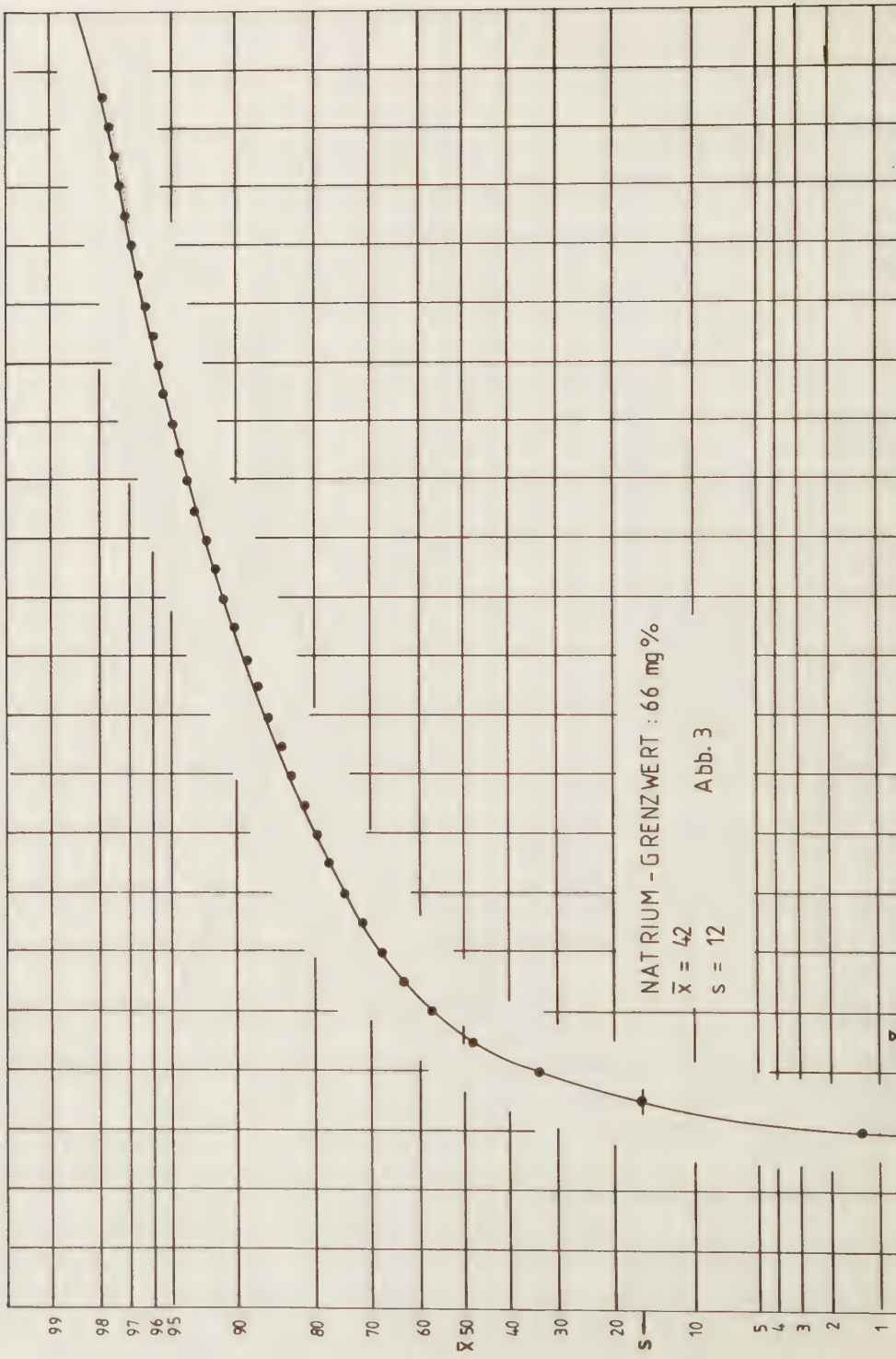
Für den Versuch wurden die Kühe Rebe und Mona herangezogen, die in der Zeit des Übergangs von der Winterfütterung zum Weideaustrieb auf den Gehalt der Milch an Zellen, Lactose und Natrium in den Viertelanfangsgemelken und in den Viertelgesamtgemelken untersucht wurden. Die klinische Euteruntersuchung ergab keine Anzeichen einer klinischen Eutererkrankung. Unmittelbar nach dem Weideaustrieb waren die Meßwerte in allen vier Vierteln gleichsinnig erhöht bzw. erniedrigt. Diese Veränderungen wurden noch zwei Tage verfolgt. Es wurde nun geprüft, ob sich die Meßwerte im Viertelanfangs- und Viertelgesamtgemelk während der Winterfütterung signifikant von denen während der Stallhaltung unterscheiden. Es konnten bei gesunden und bei subklinisch erkrankten Eutervierteln statistisch gesicherte Unterschiede ermittelt werden. Zum Teil waren die Unterschiede hochsignifikant (Tab. 15 und 16). Der Futterwechsel bewirkte bei gesunden Eutervierteln Veränderungen in den Gehalten an Zellen, Lactose und Natrium, wie sie von hochgradigen subklinischen Mastitiden bekannt sind.

Legenden zu den Abbildungen 1 - 12

- Abb. 1 Bestimmung des Zellzahlgrenzwertes mit dem Wahrscheinlichkeitsnetz bei Viertelanfangsgemelken
- Abb. 2 Bestimmung des Grenzwertes des Lactosegehalts mit dem Wahrscheinlichkeitsnetz bei Viertelanfangsgemelken
- Abb. 3 Bestimmung des Grenzwertes des Natriumgehalts mit dem Wahrscheinlichkeitsnetz bei Viertelanfangsgemelken
- Abb. 4 Bestimmung des Grenzwertes der elektrischen Leitfähigkeit mit dem Wahrscheinlichkeitsnetz bei Viertelanfangsgemelken
- Abb. 5 Beziehungen zwischen Zellgehalt und Nachweis euterpathogener Mikroorganismen
- Abb. 6 Beziehungen zwischen Lactosegehalt und Nachweis euterpathogener Mikroorganismen
- Abb. 7 Beziehungen zwischen Natriumgehalt und Nachweis euterpathogener Mikroorganismen
- Abb. 8 Erfassung gesunder und kranker Tiere durch Lactosegehaltsbestimmung des Einzelgemelks
- Abb. 9 Beziehungen zwischen "Lactosepositiven Tieren" und "Mastitis-Tieren" in % pro Herde
- Abb. 10 Beeinflussung der Ergebnisse der Lactosegehaltsbestimmung durch unterschiedlichen Fettgehalt der Milchproben
- Abb. 11 Verhalten der Milchparameter Zellzahl, Lactose und Natrium in Viertelgemelksfraktionen (1-4) und im Viertelgesamtgemelk (5) einer eutergesunden Kuh
- Abb. 12 Verhalten der Milchparameter Zellzahl, Lactose und Natrium in Viertelgemelksfraktionen (1-4) und im Viertelgesamtgemelk (5) einer euterkranken Kuh





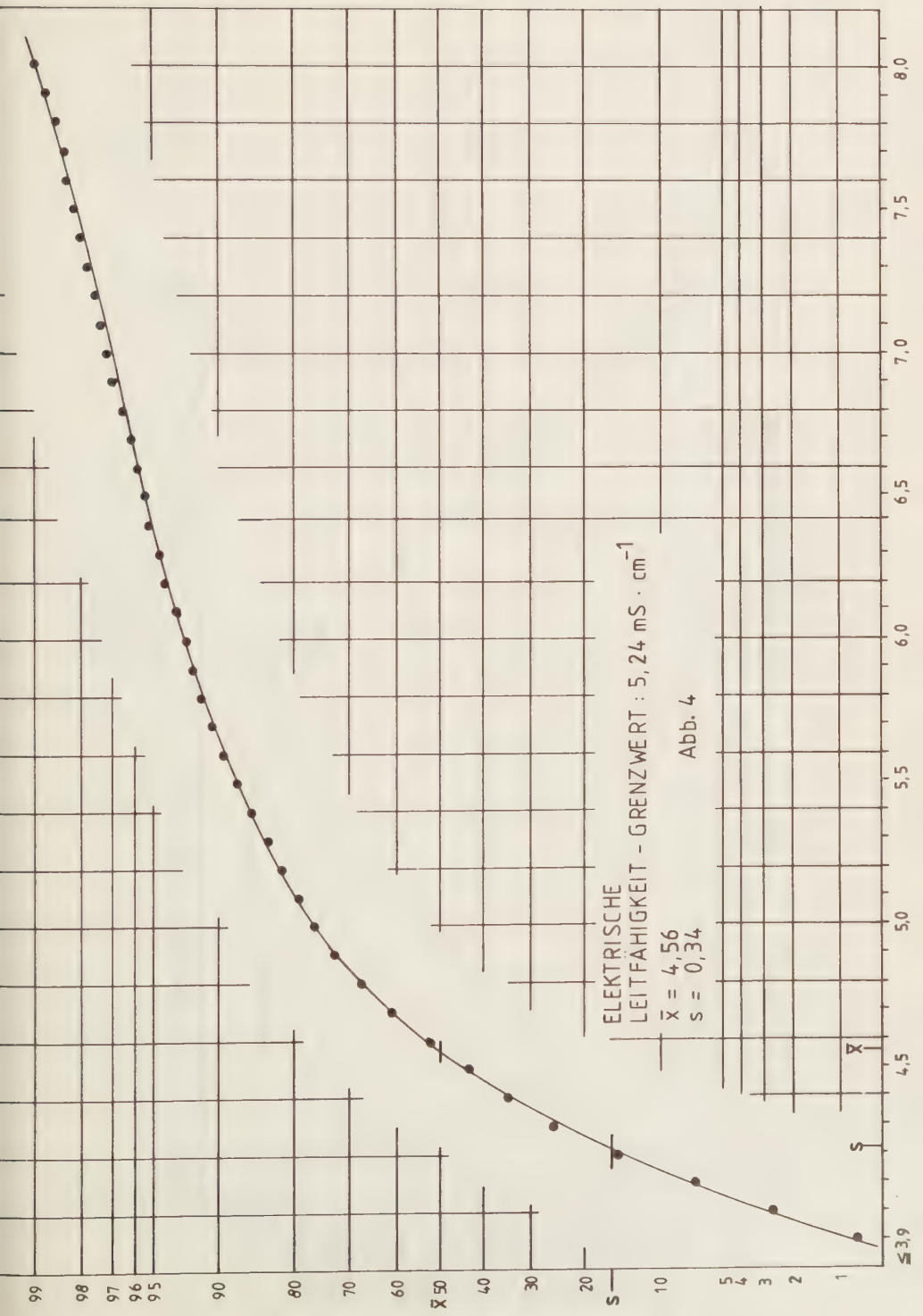


NATRIUM - GRENZWERT : 66 mg %

$\bar{x} = 42$

$s = 12$

Abb. 3



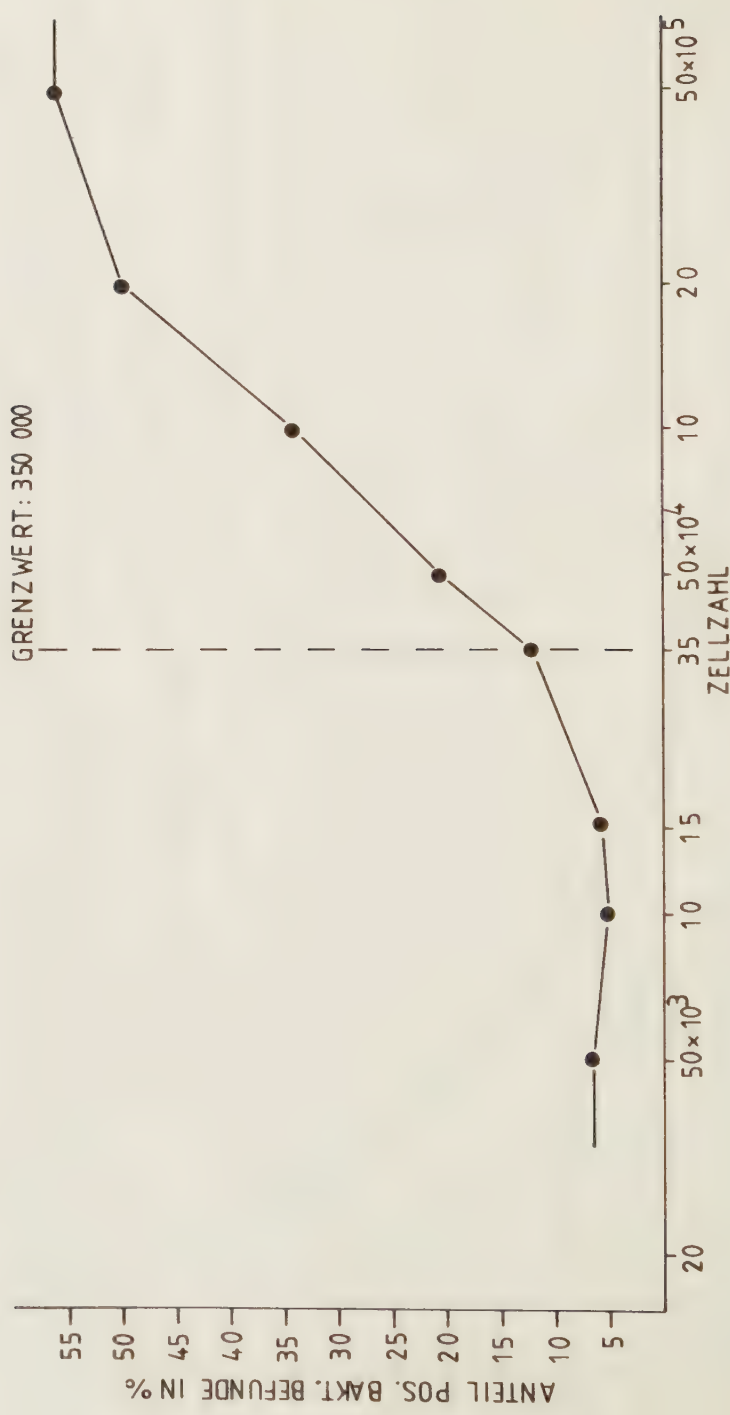


Abb. 5

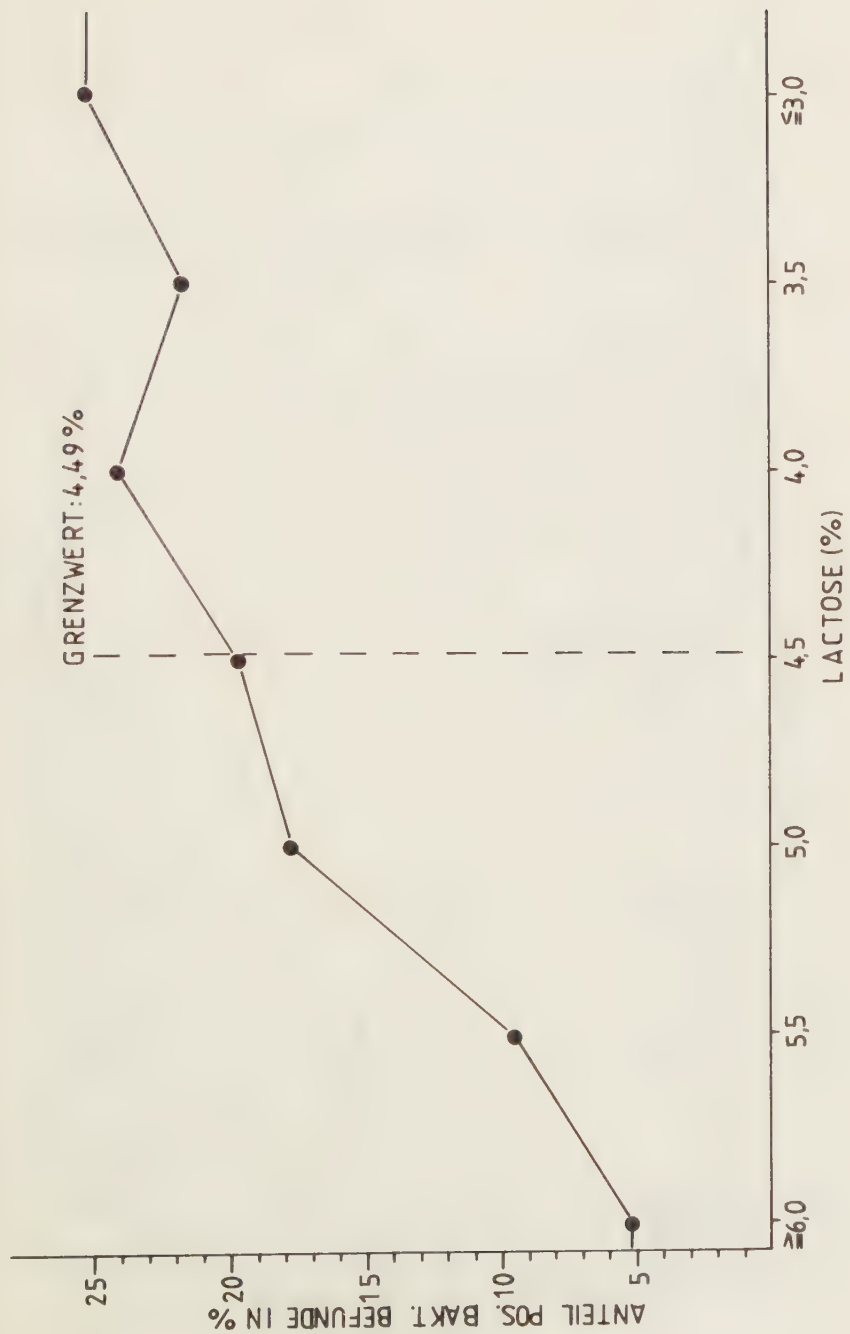


Abb. 6

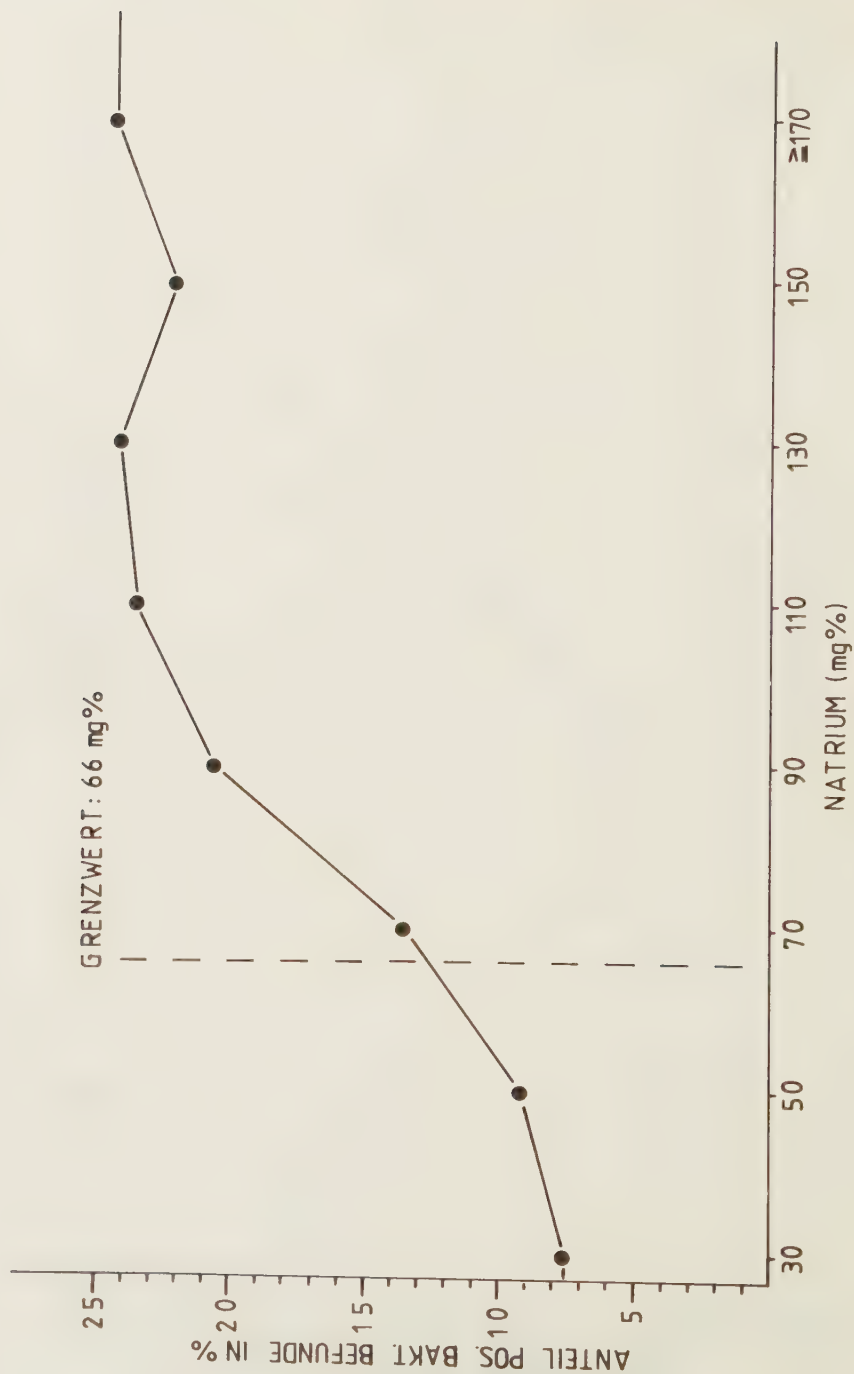


Abb. 7

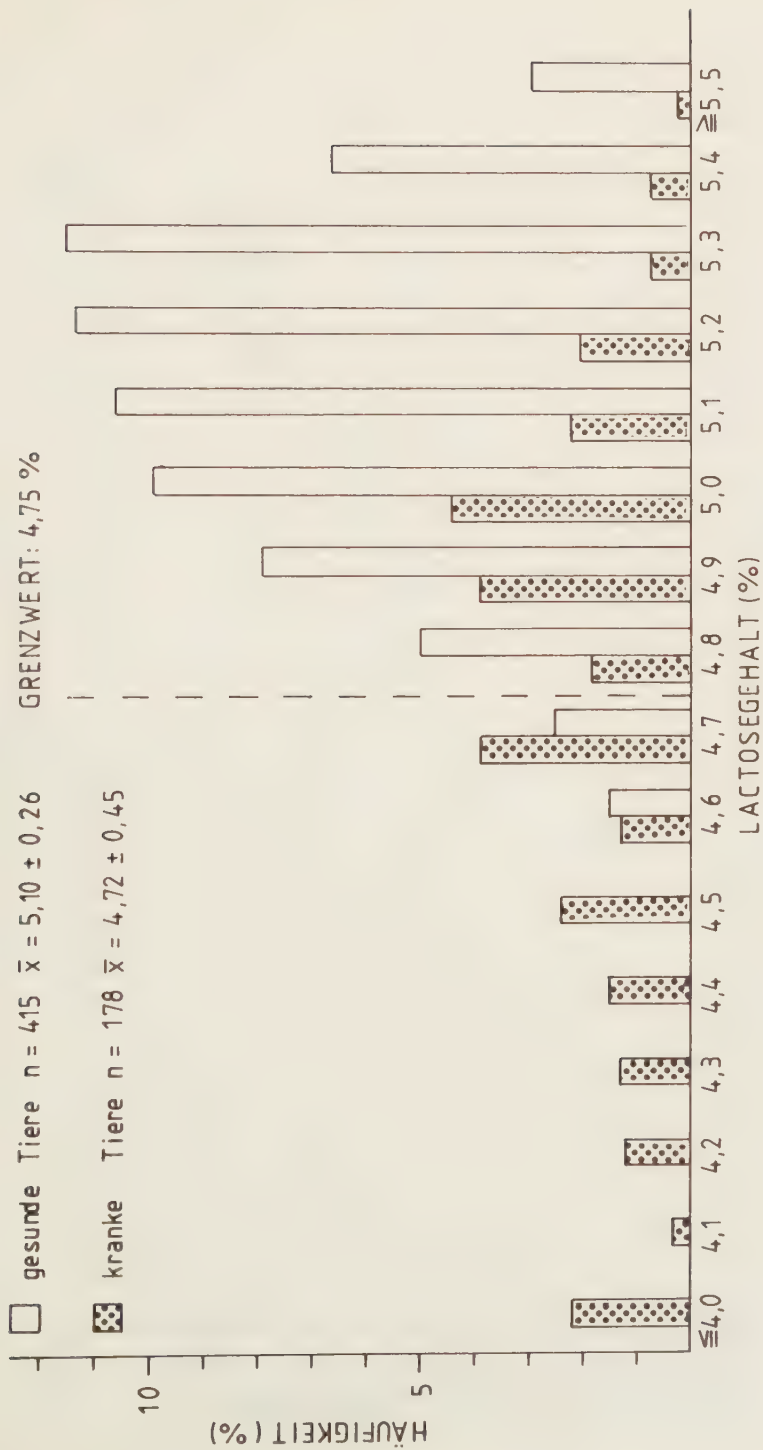


Abb. 8

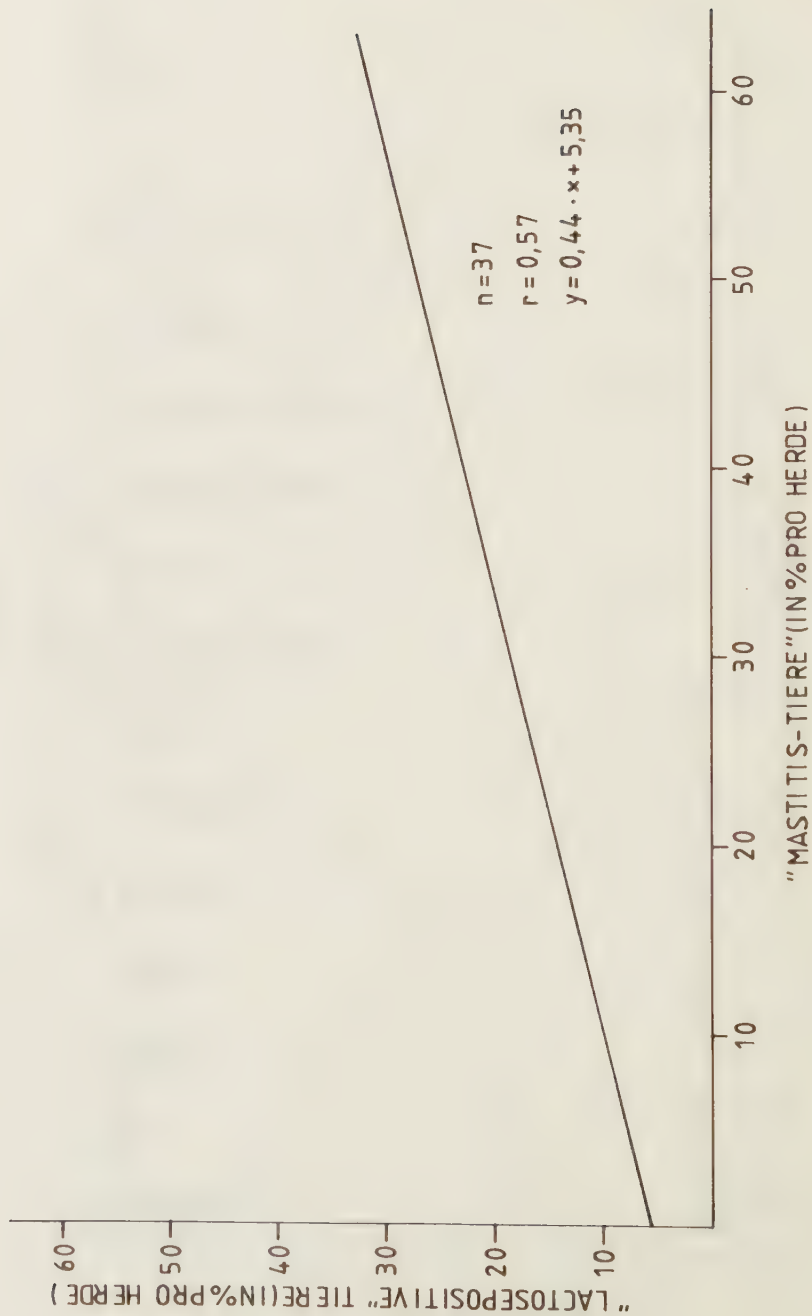


Abb. 9

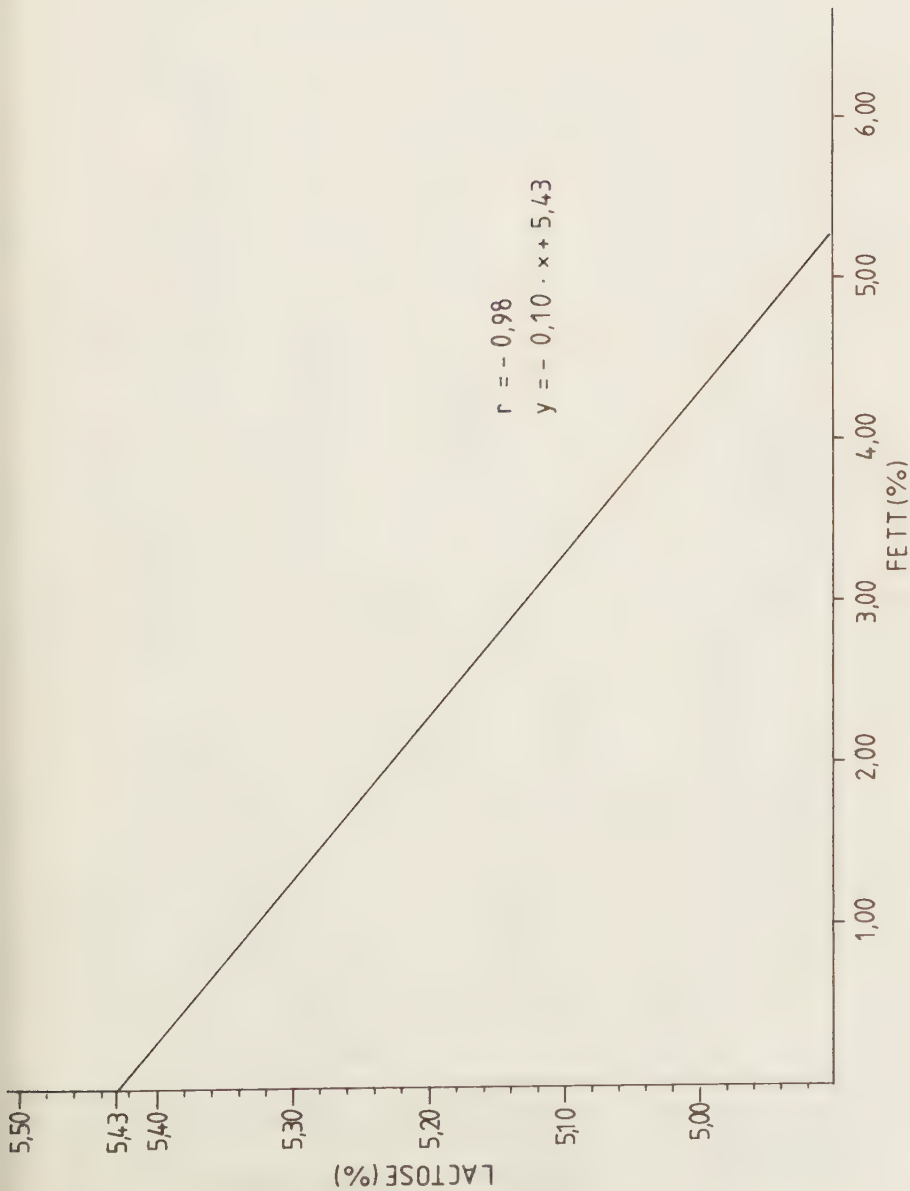


Abb. 10



Abb. 11

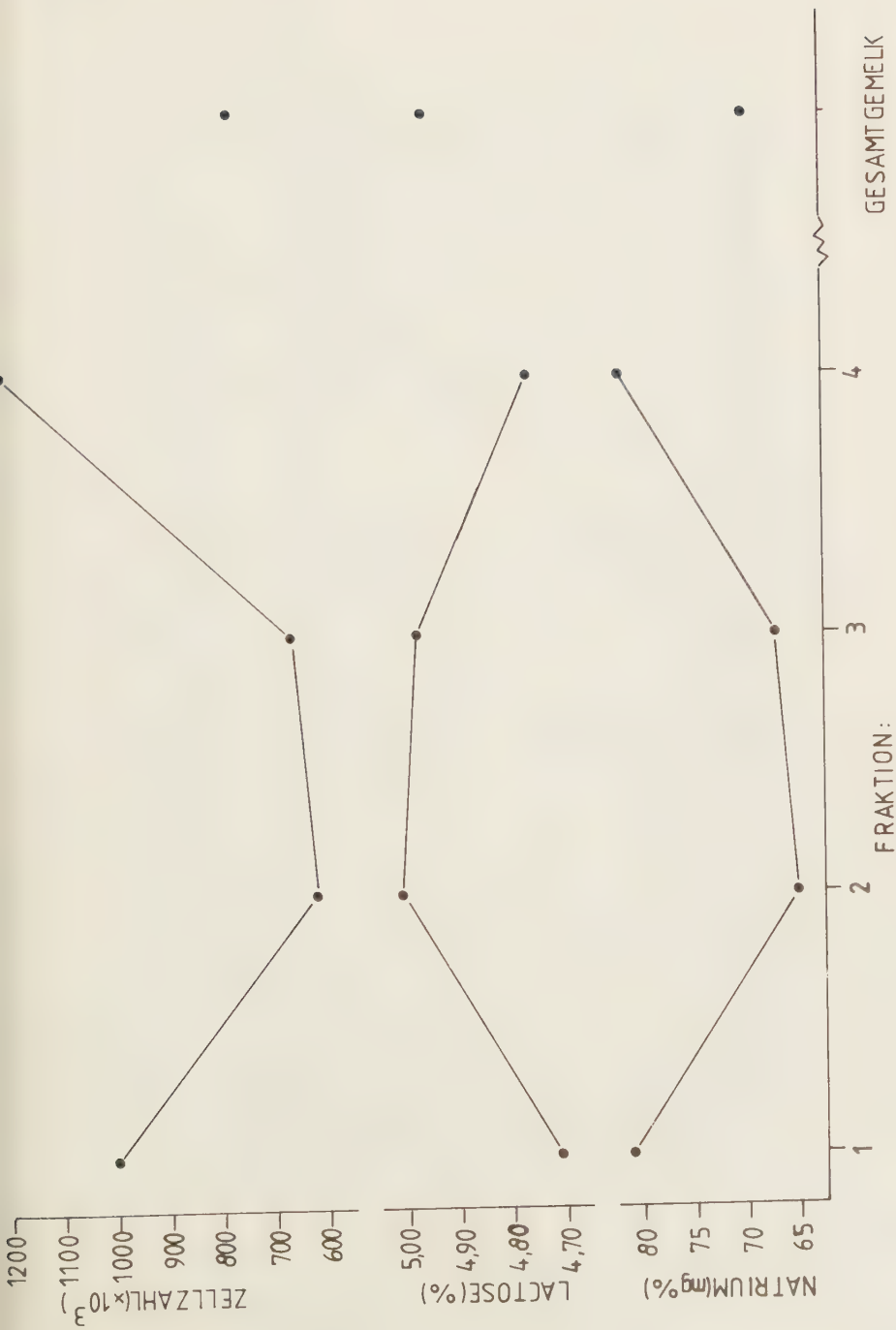


Abb. 12

Tabelle 1

Arithmetischer Mittelwert ($\bar{x}$) mit Standardabweichung (s) und Variationskoeffizient (VK) der Untersuchungsdaten von 2350 Viertelanfängemelkproben von 593 Kühen aus 37 Herden

Parameter	$\bar{x}$	s	VK
Fett %	1,92	1,01	52,60
Protein %	3,98	0,45	11,30
Zellzahl (EZZ) $\times 10^3$	420,39	1236,69	294,17
Lactose (LG) %	4,99	0,79	15,83
Natrium (Na^+) mg %	57,34	37,85	66,00
Kalium (K^+) mg %	133,28	29,16	21,87
elektrische Leitfähigkeit (LF) $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$	4,82	0,75	15,56
pH	6,68	0,16	2,39

Tabelle 2

Korrelationen(r-Werte) verschiedener labordiagnostischer Parameter
(2350 Viertelanfängemilchproben von 593 Kühen aus 37 Herden)

Parameter	log Zellzahl (EZZ)	Lactosegehalt (LG)	Natriumgehalt (Na ⁺)	Kaliumgehalt (K ⁺)	elektr. Leitfähigkeit (LF)	pH
EZZ	1,0					
LG	-0,62	1,0				
Na ⁺	0,62	-0,95	1,0			
K ⁺	-0,56	0,83	-0,89	1,0		
LF	0,59	-0,93	0,92	-0,74	1,0	
pH	0,55	-0,84	0,86	-0,76	0,83	1,0

Tabelle 3

Grenzwerte für verschiedene Parameter sowie Anteil der als "krank" beurteilten Euterviertel am Untersuchungsmaterial (2350 Viertelanfangsmelkproben von 593 Kühen aus 37 Herden)

Parameter	Grenzwert	"Kranke" Euterviertel	
		n	in % *
EZZ	$\Delta \leq 350\ 000$	535	22,7
LG	$\leq 4,49\ \%$	419	17,8
Na ⁺	$\Delta \leq 66\ \text{mg}\ \%$	585	24,8
K ⁺	$\leq 108\ \text{mg}\ \%$	415	17,6
LF	$\Delta \leq 5,24\ \text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$	429	18,2
pH	$\Delta \leq 6,84$	296	12,5

* bezogen auf 2350 untersuchte Euterviertel

Tabelle 4

Grenzwertüberschreitungen bei einzelnen Parametern und mikrobiologisch positive Befunde

Parameter	Grenzwert	Anzahl der Euterviertel mit Grenzwertüber- schreitungen *	Anteil der insgesamt 297 mikrobiologisch positiven Befunde (in %)
EZZ	350 000	535	56, 5
LG	4, 49 %	419	33, 6
Na ⁺	66 mg %	585	42, 4
K ⁺	108 mg %	415	30, 6
LF	5, 24 mS · cm ⁻¹	429	34, 3
pH	6, 84	296	26, 2

* nach Untersuchung von 2350 Viertelanfangsgemeinschaftsproben
von 593 Kühen aus 37 Herden

Tabelle 5

Untersuchungsergebnisse der 593 Gesamtmelksproben von 593 Kühen aus 37 Herden

Parameter	$\bar{x}$	s	VK
Milchleistung (kg)	14,62	6,06	41,45
Fett %	4,01	0,64	15,96
Protein %	3,51	0,37	10,54
LG %	4,99	0,37	7,41
EZZ ($\times 10^3$)	306,29	453,01	147,90

Tabelle 6

Untersuchungsergebnisse der 415 Gesamtmelkproben der als gesund eingestuften Kühe

Parameter	$\bar{x}$	s	VK
Milchleistung (kg)	16,06	5,55	34,55
Fett %	3,96	0,59	14,89
Protein %	3,44	0,33	9,59
LG %	5,11	0,26	5,08
EZZ ($\times 10^3$)	204,31	205,87	100,76

Tabelle 7

Untersuchungsergebnisse der 178 Gesamtmelkproben der als krank eingestuften Kühe

Parameter	$\bar{x}$	s	VK
Milchleistung (kg)	11,32	5,91	52,20
Fett %	4,15	0,73	17,59
Protein %	3,68	0,40	10,86
LG %	4,72	0,45	9,53
EZZ ($\times 10^3$)	538,51	707,22	131,32

Tabelle 8

Beziehungen zwischen Lactose-Grenzwerten und den als gesund bzw. krank eingestuften Kühen
(n = 593)

Beurteilung	Lactose-Grenzwert				
	$\leq 4,65$	$\leq 4,75$	$\leq 4,85$	$\leq 4,95$	
Falsch-positiv (%)	1,51	4,04	9,10	17,20	
Falsch-negativ (%)	19,73	15,85	13,99	10,11	
Gesamtfehler (%)	21,24	19,89	23,09	27,31	

Tabelle 9

Beziehungen zwischen Lactose-Grenzwerten der Milch von 593 Gesamtgemelksproben unter
Zugrundelegung der elektrischen Leitfähigkeit von Viertelanstangemelksproben

	Lactose-Grenzwert			
	$\leq 4,65$	$\leq 4,75$	$\leq 4,85$	$\leq 4,95$
Falsch-positiv (%)	2,36	5,39	10,45	19,22
Falsch-negativ (%)	16,52	13,15	10,11	6,57
Gesamtfehler (%)	18,88	18,54	20,56	25,79

Tabelle 10

Beziehungen zwischen der Quote "Mastitis-Tiere" pro Herde und der Quote "Lactosepositiver Tiere" pro Herde (n = 37)

Quote "Mastitis-Tiere" pro Herde (%)	≥ 30	≥ 35	≥ 40	≥ 45
Quote "Lactosepositiver Tiere" pro Herde (%)	$\geq 18,8$	$\geq 21,0$	$\geq 23,2$	$\geq 25,5$
Falsch-positiv (%)	31,8	23,1	16,7	19,3
Falsch-negativ (%)	33,3	36,4	28,6	50,0
Gesamtfehler (%)	32,4	27,0	18,9	24,3

Tabelle 11

Vergleich von Meßwerten bei verschiedenen Viertelfanfangsgemekeksfraktionen vor dem Einschleßen der Milch (gesunde Euterviertel)

Parameter	Euter- viertel (n)	Milch- proben (n)	Statistische Daten	Vergleich der Fraktionen				
				1 ₁ und 1 ₂	1 ₁ und 1 ₃	1 ₁ und 1 ₄	1 ₁ und 1 ₅	
Zellzahl (log)	4	16	M _G	-0,042	-0,044	-0,064	-0,099	
			s	0,143	0,118	0,158	0,169	
			t	-1,200 ⁻	-1,571 ⁻	-1,641 ⁻	-2,414 [*]	
Natrium (mg %)	4	16						
			$\bar{x}$	-1,812	-5,775	-10,156	-13,781	
			s	6,087	12,244	23,846	28,476	
			t	-1,191 ⁻	-1,886 ⁻	-1,703 ⁻	-1,935 ⁻	
Kalium (mg %)	4	16						
			$\bar{x}$	1,687	2,500	6,125	7,812	
			s	6,257	8,748	13,715	16,793	
			t	1,078 ⁻	1,143 ⁻	1,786 ⁻	1,860 ⁻	

⁻ nicht signifikant;

* schwach signifikant;

** signifikant;

*** hoch signifikant

Tabelle 12

Vergleich von Meßwerten bei verschiedenen Viertelantlangsgemeinschaften vor dem Einschleßen der Milch (kranke Euterviertel)

Parameter	Euter- viertel (n)	Milch- proben (n)	Statistische Daten	Vergleich der Fraktionen				
				1 ₁ und 1 ₂	1 ₁ und 1 ₃	1 ₁ und 1 ₄	1 ₁	1 ₅
Zellzahl (log)	4	16						
			M _G	-0,008	-0,031	-0,037	-0,068	
			s	0,067	0,107	0,124	0,119	
			t	-0,533 ⁻	-1,192 ⁻	-1,233 ⁻	-2,344 [*]	
Natrium (mg %)	4	16						
			$\bar{x}$	2,537	-2,368	-4,337	-8,025	
			s	12,781	22,154	24,243	26,165	
			t	0,794 ⁻	-0,427 ⁻	-0,715 ⁻	-1,226 ⁻	
Kalium (mg %)	4	16						
			$\bar{x}$	-0,500	0,312	1,875	3,250	
			s	7,118	12,747	15,178	15,185	
			t	-0,281 ⁻	0,097 ⁻	0,494 ⁻	0,856 ⁻	

Zeichenerklärungen s. Tab. 11

Tabelle 13

Vergleich von Meßwerten von Viertelgemelksfraktionen und dem Viertelgesamtemelk
(gesunde Euterviertel)

Parameter	Euter- viertel (n)	Milch- proben (n)	Statistische Daten	Vergleich zwischen Viertelgemelksfraktionen und Viertelgesamtemelk				
				1 und 2	1 und 3	1 und 4	1 und 5	
Zellzahl (log)	4	8						
			M_G	-0,089	0,091	0,377	0,024	
			s	0,083	0,167	0,298	0,158	
			t	-0,329 ⁻	1,542 ⁻	3,625 ^{**}	0,436 ⁻	
Lactose (%)	4	8						
			$\bar{x}$	0,151	-0,012	-0,056	0,027	
			s	0,240	0,287	0,231	0,286	
			t	1,797 ⁻	-0,118 ⁻	-0,691 ⁻	0,270 ⁻	
Natrium (mg %)	4	8						
			$\bar{x}$	-6,662	-1,150	2,850	-3,725	
			s	10,532	11,652	11,001	10,795	
			t	-1,789 ⁻	-0,279 ⁻	0,732 ⁻	-0,976 ⁻	

Zeichenerklärungen s. Tab. 11

Tabelle 14

Vergleich von Meßwerten von Viertelgemelksfraktionen und dem Viertelgesamtemelk
(kranke Euterviertel)

Parameter	Euter- viertel (n)	Milch- proben (n)	Statistische Daten	Vergleich zwischen Viertelgemelksfraktionen und Viertelgesamtemelk				
				1 und 2	1 und 3	1 und 4	1 und 5	
Zellzahl (log)	4	8						
			M_G	-0,224	-0,180	-0,083	-0,117	
			s	0,195	0,188	0,156	0,113	
			t	-3,294*	-2,727*	-1,537 ⁻	-3,078*	
Lactose (%)	4	8						
			$\bar{x}$	0,305	0,271	0,061	0,248	
			s	0,308	0,289	0,220	0,203	
			t	2,824*	2,656*	0,792 ⁻	3,492*	
Natrium (mg%)	4	8						
			$\bar{x}$	-15,562	-12,812	1,250	-11,250	
			s	11,571	15,066	14,781	11,345	
			t	-3,804**	-2,405*	0,239 ⁻	-2,804*	

Zeichenerklärungen s. Tab. 11

Tabelle 15

Einfluß des Futterwechsels auf einige Milchparameter im Viertelanfangsmelk und
Viertelgesamtmelk einer eutergesunden Kuh

Parameter	Euter- viertel (n)	Milch- proben (n)	Statistische Daten	Differenz der Meßwerte b (Weideaustrieb) und a (Winterfütterung)	
				Viertelanfangsmelk	Viertelgesamtmelk
Zellzahl (log)	4	8	M_G	1,060	0,862 *
			s	0,462	0,376
			t	6,503 ***	6,530 ***
Lactose (%)	4	8	$\bar{x}$	-1,447	-0,632
			s	0,840	0,472
			t	-4,888 **	-3,800 **
Natrium (mg %)	4	8	$\bar{x}$	69,625	22,975
			s	37,864	16,474
			t	5,200 **	3,944 **

Zeichenerklärungen s. Tab. 11

Tabelle 16

Einfluß des Futterwechsels auf einige Milchparameter im Viertelanfangsmelk und Viertelgesamtmelk einer euterkranken Kuh

Parameter	Euter- viertel (n)	Milch- proben (n)	Statistische Daten	Differenz der Meßwerte b (Weideaustrieb) und a (Winterfütterung)	
				Viertelanfangsmelk	Viertelgesamtmelk
Zellzahl (log)	4	8	M_G	0,499	0,545
			s	0,314	0,259
			t	4,536**	5,989***
Lactose (%)	4	8	$\bar{x}$	-0,816	-0,811
			s	0,637	0,520
			t	-3,626**	-4,431**
Natrium (mg%)	4	8	$\bar{x}$	40,875	37,300
			s	35,084	26,720
			t	3,295*	3,948**

Zeichenerklärungen s. Tab. 11

4. DISKUSSION

Im Rahmen der eigenen Untersuchungen ergaben sich deshalb besondere Schwierigkeiten, weil das Bezugssystem für die Abschätzung des Wertes der Lactosegehaltsbestimmung von Einzelgemelken für die Eutergesundheitskontrolle erst erarbeitet werden mußte.

Zur Beurteilung des Gesundheitszustandes der Milchdrüse konnten die entsprechenden Definitionen des INTERNATIONALEN MILCHWIRTSCHAFTSVERBANDES (1967 und 1971) nicht berücksichtigt werden. Der INTERNATIONALE MILCHWIRTSCHAFTSVERBAND hatte seinerzeit die subklinische Mastitis als eine Mastitis definiert, die keine äußerlich erkennbaren Entzündungssymptome, aber einen erhöhten Zellgehalt und auch Veränderungen in der chemischen Beschaffenheit der Milch zeigt. Die Definition basiert auf einer einmaligen zytologischen und mikrobiologischen Untersuchung, wobei ein Grenzwert von 500 000 somatischen Zellen pro ml Anfangsgemelk festgelegt wurde.

Diese Mastitisdefinition muß deshalb abgelehnt werden, weil letztlich mit dem Zellgehalt nur ein einziger auf entzündlichen Vorgängen basierender wichtiger Parameter zugrundegelegt wurde und eine einmalige Untersuchung dem dynamischen Entzündungsgeschehen in der Milchdrüse nicht gerecht werden kann.

Kein mit dem entzündlichen Geschehen in der Milchdrüse in Zusammenhang stehender Parameter ist frei von unspezifischen Reaktionen (COMBERG und MEYER, 1962; CARUOLO und MOCHRIE, 1968; CHOWDHRY und FORBES, 1972; LINZELL und PEAKER, 1972 und 1975; PEAKER und LINZELL, 1974), insbesondere wenn nur eine einmalige Untersuchung erfolgt. Das gilt auch für den Zellgehalt (CULLEN, 1967 und 1968; NELSON et al., 1967; SMITH und

SCHULTZE, 1967; WEGNER und STOTT, 1968; PAAPE et al., 1971 und 1973; RENNER et al., 1971). Außerdem ist der vom INTERNATIONALEN MILCHWIRTSCHAFTSVERBAND angegebene Grenzwert für somatische Zellen zu hoch bemessen, da nach eigenen Untersuchungen dieser Grenzwert für Höhenfleckvieh bei 350 000 pro ml Anfangsgemelk liegt. Für einen Grenzwert unterhalb von 500 000 Zellen pro ml haben sich auch andere Untersucher ausgesprochen (SEELEMAN, 1963). Inzwischen sind auch Vorschläge für eine neue Definition der Mastitis erfolgt (TOLLE et al., 1977).

Als gesichertes Ergebnis kann gelten, daß im Verlauf von entzündlichen Prozessen der Milchdrüse physikalisch-chemische Veränderungen des Eutersekrets auftreten (TURNER, 1946; BARRY und ROWLAND, 1953; KUHN und LINZELL, 1970; LINZELL, 1972; LINZELL und PEAKER, 1971, 1971 a, b, c, d, 1972, 1973, 1974; MIELKE, 1975; SYMONS und WRIGHT, 1974; WHEELOCK et al., 1965 a, b, c; WHEELOCK und ROOK, 1966; WHEELOCK et al., 1966 a, b; WOODING et al., 1970). Um nun die diagnostische Aussage unter Beibehaltung einer einmaligen Untersuchung erhöhen zu können, erschien es zweckmäßig, neben der zellulären Reaktion auch bestimmte chemische Veränderungen des Eutersekrets zu berücksichtigen. Deshalb wurden die Korrelationen bestimmter, im Zusammenhang mit dem Entzündungsgeschehen stehender und als leistungsfähig anerkannter labordiagnostischer Parameter geprüft. Die pH-Wertbestimmung wurde von vornherein nicht als leistungsfähig eingeschätzt, aber wegen der einfachen Methodik und wegen der unterschiedlichen, im Schrifttum wiedergegebenen Ergebnisse (DIERNHOFER, 1950; SCHALM et al., 1971; RENNER, 1975) doch noch in die Untersuchungen einbezogen. Die gefundenen Korrelationen entsprachen weitgehend den Ergebnissen anderer Untersucher (MIELKE und SCHULZ, 1973; STAHLHUT-KLIPP, 1973). Überraschend waren die hohen Korrelationskoeffizienten für Lactose, Natrium und elektrische Leitfähigkeit. Andere Untersucher fanden

hier niedrigere Korrelationskoeffizienten (REICHMUTH et al., 1974; MIELKE und SCHULZ, 1973).

Der ermittelte hohe Korrelationskoeffizient steht im Zusammenhang mit der großen Meßgenauigkeit der Lactosegehaltsbestimmung durch das IRMA-Gerät im Vergleich zu anderen Verfahren (BUCHBERGER et al., 1971).

Aus den gefundenen Korrelationen ergaben sich zwei diagnostisch nutzbare Systeme, nämlich die zelluläre Reaktion einerseits und physikalisch-chemische Veränderungen des Eutersekrets andererseits. Die physikalisch-chemischen Veränderungen wurden dabei am besten durch den Natriumgehalt, die elektrische Leitfähigkeit und den Lactosegehalt repräsentiert. Die entsprechenden Korrelationskoeffizienten liegen ausnahmslos über 0,92 und zeigen eine en bloc-Reaktion an.

Zellzahl und Natriumgehalt der Milch erwiesen sich als besonders sensible, mit dem Entzündungsgeschehen in Zusammenhang stehende Parameter. So konnten durch die Bestimmung von Zell- und Natriumgehalt unter Zugrundelegung der Grenzwerte von 350 000 Zellen pro ml bzw. 66 mg % Natrium allein 56,5 % bzw. 42,4 % aller mikrobiologisch positiven Fälle erfaßt werden, was den höchsten Quoten bei den in Frage kommenden Parametern entspricht. Außerdem wurden durch Bestimmung der Zellzahl sowie des Natriumgehalts in jeweils 24,8 % bzw. 22,7 % der Fälle Grenzwertüberschreitungen registriert. Zellzahl und Natriumgehalt wiesen auch den vergleichsweise höchsten Variationskoeffizienten auf (294,2 und 66). Damit wurde die bereits von anderen Untersuchern herausgestellte hohe Sensibilität des Parameters Zellzahl (ZEIDLER et al., 1968; TOLLE, 1969; REICHMUTH et al., 1974) und des Parameters Natriumgehalt (LINZELL und PEAKER, 1972; REICHMUTH et al., 1974; RENNER, 1975) bestätigt.

Um nun zu einer Zuordnung der Tiere zur Gruppe "gesund" oder zur Gruppe "krank" zu kommen, mußten noch die Grenzwerte für die entscheidenden Parameter, nämlich Zellgehalt, Natriumgehalt und Lactosegehalt fixiert werden. Die angewendete statistische Methode ließ einen Zellgehalts-Grenzwert im Bereich von 330 000 - 400 000 pro ml Anfangsgemelk erkennen, wobei die endgültige Festsetzung auf 350 000 pro ml durch Heranziehung der mikrobiologischen Untersuchung erfolgte. Grundsätzlich wurde bei allen Viertelgemelksuntersuchungen vom Anfangsgemelk als der kleinsten diagnostischen Einheit ausgegangen, weil nach neuesten Untersuchungsergebnissen sich die Natrium-, Kalium- und Lactosegehalte in der Zisternen- und Alveolarmilch gesunder Euterviertel weitgehend im normalen Bereich bewegen, während bei Euteraffektionen die Werte im allgemeinen nur in den Zisternenmilchproben und in den letzten Alveolarmilchproben von der Norm abweichen (MIELKE, 1975). Als krank wurde eine Kuh beurteilt, wenn ein oder mehrere Euterviertel bei beiden diagnostischen Systemen, also Zellgehalt einerseits und Lactose- und/oder Natriumgehalt andererseits, eine Grenzwertüberletzung im Viertelanfangsgemelk zeigte. Dieses neue Bezugssystem kann naturgemäß kein vollständiger Ersatz der entsprechenden Definition des INTERNATIONALEN MILCHWIRTSCHAFTSVERBANDES sein, da im allgemeinen die Mastitis erfaßt wird, die eine Permeabilitätsstörung verursacht, so daß einerseits Tiere mit unspezifischen Reaktionen nicht als "krank" beurteilt wurden, aber andererseits auch Frühstadien einer subklinischen Mastitis der Erkennung entgehen können. Als Bezugssystem für die Abschätzung des Wertes der Lactosegehaltsbestimmung von Einzelgemelken dürfte diese Grundlage jedoch ausreichend sein. Eine exakte Definition der subklinischen Rindermastitis kann nur auf einer wiederholten Untersuchung des Sekrets beruhen.

Der ermittelte Lactosegehaltsgrenzwert von 4,75 % für Einzelgemelke lag höher als der von RENNER (1973, 1974) vorgeschlagene Grenzwert von 4,6 %. Dieser relativ geringe Unterschied hängt mit

der Art der Erfassung kranker Tiere, mit der Geräte-Eichung und mit der Rasse der untersuchten Tiere zusammen. RENNER bediente sich in Form der sogenannten Mehrheitsdiagnostik einer völlig anderen Methode, um kranke und gesunde Tiere zu trennen. Die Geräte-Eichung wurde im Rahmen der eigenen Untersuchung strikt nach Vorschrift des Herstellers durchgeführt. Sie erbringt höhere Lactosegehalte als die korrigierte Eichung des Gerätes nach den Vorschlägen von RENNER. Außerdem weist Niederungsvieh, das von RENNER untersucht wurde, geringfügig niedrigere Lactosegehalte auf als Höhenfleckvieh, das bei den eigenen Untersuchungen zur Verfügung stand (ARMSTRONG, 1959; STEGER und RASCH, 1959; ERB und ASHWORTH, 1963; RENNER, 1973).

Die Quote von 80, 11 % richtig beurteilter Tiere mit Hilfe der Lactosegehaltsbestimmung von Einzelgemelken ist als gutes Ergebnis zu werten, kann aber aus den bereits erwähnten Gründen keine Grundlage für die Behandlung des Einzeltieres sein. Bei der Untersuchung im Rahmen der Milchleistungsprüfung könnte die Bestimmung des Lactosegehaltes aber wertvolle Hinweise auf die Mastitissituation in der Herde geben. Um diese Zusammenhänge näher zu untersuchen, wurde die Korrelation zwischen dem Prozentsatz von kranken Kühen und von Kühen mit Lactosegehalten von $\leq 4,75\%$ pro Herde geprüft, wobei sich ein Korrelationskoeffizient von $r = +0,57$ ergab. Aufgrund der geringen Anzahl der untersuchten Herden ($n = 37$) muß das Ergebnis vorsichtig interpretiert werden. Es sind weitere Untersuchungen notwendig, um die Beziehungen zwischen Lactosegehalt von Einzelgemelk und Mastitissituation im Bestand exakter zu erkennen. Mit der monatlich durchgeführten Milchleistungsprüfung kann kostengünstig laufend der Lactosegehalt des Einzelgemelkes einer jeden Milchkuh einer Herde bestimmt werden. Damit können auch Einflüsse des Laktationsstadiums auf den Lactosegehalt der Milch besser erkannt werden.

Eine Verbesserung der geringen Korrelation von $r = +0,57$ zwischen "Mastitis-Tieren" und "Lactosepositiven Tieren" kann vor allem im Hinblick auf die zu erwartende international anerkannte neue Mastitisdefinition angenommen werden.

Im Rahmen der Untersuchung von Viertelanfangs- und Einzelgemelken auf ihren Lactosegehalt wurde der Einfluß des Fettgehalts auf die Meßergebnisse geprüft. Es ergab sich, daß nur bei starken Schwankungen des Fettgehaltes, etwa bei einem Vergleich von Anfangs-, End- und Einzelgemelken die Meßergebnisse verfälscht werden. Auf diesen Sachverhalt haben bereits SACHSE und SCHULZ (1974) sowie GRAPPIN und COLLIN (1975) hingewiesen. Nach den eigenen Untersuchungen ist pro 1% Fettgehaltszunahme gleichzeitig eine Korrektur von 0,1% Lactose nach oben notwendig. GRAPPIN und COLLIN (1975) schlugen eine entsprechende Korrektur des Lactosegehalts von 0,07% vor.

Die grob orientierenden Untersuchungen über Meßwerte bestimmter Parameter in Gemelkfraktionen wurden durchgeführt, um Anhaltspunkte für die von MIELKE (1975) mitgeteilten wichtigen Befunde über das gegensätzliche Verhalten von chemischen Parametern in bestimmten Gemelkfraktionen bei gesunden bzw. kranken Eutervierteln zu bekommen. Bei der Beurteilung der Eutergesundheit spielten die Befunde von MIELKE eine wichtige Rolle. Die Aussage von MIELKE konnte an dem sehr kleinen Untersuchungsmaterial bestätigt werden.

Der Einfluß des Futterwechsels auf die geprüften labordiagnostischen Parameter wurde nur am Rande registriert, da eigene Experimente zufällig in diese Zeit fielen. Über den Einfluß eines Futterwechsels auf die Gehalte der Milchinhaltsstoffe und der Zellen wurden verschiedentlich pauschale Angaben gemacht (RENNER et al., 1971; LINZELL und PEAKER, 1972; DAWSON und ROOK, 1972), ohne daß der Umfang der Veränderungen bei den einzelnen

hier geprüften Parametern zu erkennen war. Die eigenen Untersuchungsdaten bei gesunden Eutervierteln zeigten Veränderungen an, die einer hochgradigen subklinischen Mastitis entsprachen. Selbst bei Eutervierteln mit subklinischer Mastitis wurde noch eine Steigerung der entzündlichen Reaktionen registriert.

5. ZUSAMMENFASSUNG

1. Ziel der Untersuchungen war es, zu prüfen, ob die Ergebnisse einer automatisierten Lactosegehaltsbestimmung von Einzelgemelksproben, wie sie im Rahmen der Milchleistungsprüfung gewonnen werden, eine Beurteilung der Eutergesundheit des Einzeltieres und der entsprechenden Herde zulassen.

2350 Viertelanfangsgemelke und 593 Einzelgemelke von 593 Kühen aus 37 Herden wurden in die Untersuchungen einbezogen. Die Viertelanfangsgemelke wurden auf die Gehalte an Lactose, Natrium, Kalium und Zellen sowie auf die elektrische Leitfähigkeit und den pH-Wert, die Einzelgemelke auf die Gehalte an Lactose, Fett, Eiweiß und Zellen untersucht. Außerdem erfolgte eine mikrobiologische Untersuchung der Viertelanfangsgemelke.

2. Die Prüfung der korrelativen Zusammenhänge der sechs geprüften Parameter bei Viertelanfangsgemelken ergab insbesondere eine enge korrelative Verbindung von Lactose- und Natriumgehalt sowie elektrischer Leitfähigkeit (Lactose: Na^+ $r = -0,95$;
Lactose: LF $r = -0,93$;
 Na^+ : LF $r = +0,92$).

Als diagnostisches Kriterium zur Erkennung subklinischer Mastitiden wurden Zellgehalt, Lactosegehalt und Natriumgehalt bestimmt und deren Grenzwerte mit 350 000/ml, 4,49 % bzw. 66 mg % errechnet. Aufgrund dieser Grenzwerte erfolgte eine Einteilung des Tiermaterials in "gesund" und "krank". 30 % der untersuchten Kühe wurden als krank beurteilt.

Die Grenzwerte für die elektrische Leitfähigkeit und für den Kaliumgehalt betrugen $\geq 5,24 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ bzw. $\leq 108 \text{ mg} \%$.

In 64,5 % der Fälle mit Überschreitungen des Zellgehaltsgrenzwertes lagen auch Werte im abnormen Bereich bei Lactose,

Natrium bzw. elektrischer Leitfähigkeit vor. In 57,7% der Fälle mit Werten im abnormen Bereich bei Lactose, Natrium bzw. elektrischer Leitfähigkeit wurden en bloc-Reaktionen dieser drei Parameter ermittelt.

3. Durch die synchron durchgeführte, automatisierte Lactosegehaltsbestimmung der Einzelgemelke der 593 Kühe im Rahmen der Milchleistungsprüfung wurden bei einem Lactosegehaltsgrenzwert von 4,75% 80,11% der untersuchten Tiere richtig beurteilt.

Bei der Untersuchung von 37 Herden bestand zwischen dem Prozentsatz von kranken Kühen und von Kühen mit Lactosegehalten der Einzelgemelke von $\leq 4,75\%$ pro Herde eine Korrelation von $r = +0,57$.

4. Die Beeinflussung der Meßgenauigkeit der Lactosegehaltsbestimmung mit dem IRMA-Gerät durch den Fettgehalt der Milch wurde geprüft. Bei stark unterschiedlichem Fettgehalt (z.B. Viertelanfangsgemelk und Einzelgemelk) ist eine Entfettung der Milchproben vor der Lactosegehaltsbestimmung unbedingt erforderlich, um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten.
5. Der Einfluß des Übergangs von der Stallhaltung zum Weideaustrieb auf die Milchinhaltsstoffe wurde anhand der Gehalte der Milchproben an somatischen Zellen, Lactose und Natrium bei vier gesunden und vier subklinisch erkrankten Eutervierteln untersucht. Signifikante Unterschiede zwischen den ermittelten Meßdaten der Parameter Zellzahl, Lactose und Natrium vor und nach dem Weideaustrieb konnten sowohl bei gesunden als auch bei subklinisch erkrankten Eutervierteln festgestellt werden.

6. SUMMARY

1. The aim of the examination was to prove, if the results of an automated determination of the lactose content in individual milk samples allow a judgement of the udder health of an individual animal and the corresponding herd.

Foremilk samples of 2350 quarters and 593 individual milk samples from 37 herds were examined.

The contents of lactose, sodium, potassium and somatic cells, electrical conductivity, pH-value and the microbiological status were proved in foremilk samples.

The individual samples were analysed for their content on lactose, fat, protein and somatic cells.

2. The correlation of the six parameters was highest between the lactose- and sodium content as well as electrical conductivity (Lactose: Na^+ $r = -0,95$;

Lactose: LF $r = -0,93$;

Na^+ : LF $r = +0,92$).

The subclinical mastitis was defined by cell content $\geq 350\,000/\text{ml}$ and lactose content $\leq 4,49\%$, respectively sodium content $\geq 66\text{ mg}\%$. On the basis of this definition animals were divided into "healthy" and "sick".

30 % of the examined cows were judged sick.

The threshold value of electrical conductivity and potassium was $5,24\text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, respectively $108\text{ mg}\%$.

In 64,5 % of the cases with a rised cell content there was an abnormal content of lactose and sodium, respectively an abnormal value of electrical conductivity.

En bloc - reactions between lactose, sodium and electrical conductivity in the abnormal range were found in 57,7 % of the cases.

3. The threshold value of the lactose content in 593 individual milk samples was 4,75 %.
80,11 % of the examined animals were judged correct.
The correlation between the percentage of sick cows and cows with reduced lactose in individual milk samples in 37 herds was $r = +0,57$.
4. The influence of the milk fat content on the accuracy of lactose determination with the IRMA-apparatus was proved.
To get comparable results in milk samples with widely differing fat content, separation of milk is necessary.
5. The influence of turning out to grass in the spring on milk composition was observed at four healthy quarters and four quarters with subclinical mastitis.
The affected quarters as well as the healthy quarters showed marked increases in somatic cells and sodium and a decrease in lactose after turning out to grass.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- ARMSTRONG, T.V. (1959) Variations in the gross composition of milk as related to the breed of the cow: a review and a critical evaluation of literature of the United States and Canada. J.Dairy Sci. 42, 1-19
- BARRY, J.M.
S.J. ROWLAND (1953) Variations in the ionic and lactose concentrations of milk. Biochem.J. 54, 575-578
- BAUMGARTNER, H. (1969) zit. nach BEUCHE und SCHULZ (1975)
- BEUCHE, W.
J. SCHULZ (1972) zit. nach ULBRICH (1975)
- BEUCHE, W.
J. SCHULZ (1975) Mastitis und Milchleistung. Mh.Vet.Med. 30, 410-415
- BLACKBURN, P.S. (1966) The variations in the cell count of cow's milk throughout lactation and from one lactation to the next. J.Dairy Res. 33, 193-198
- BREW, K. (1969) zit. nach EBNER (1971)
- BREW, K.
T.C. VANAMAN,
R.L. HILL (1968) zit. nach EBNER (1971)
- BRODBECK, U.
K.E. EBNER (1966) zit. nach EBNER (1971)
- BRUHN, J.C.
A.A. FRANKE (1977) Monthly variations in gross composition of California herd milks. J.Dairy Sci. 60, 696-700
- BUCHBERGER, J.G.
F. WEISS
F. KIERMEIER
A. PROBST (1971) Reproduzierbarkeit und Genauigkeit bei Fett-, Eiweiß- und Lactosebestimmung mit Hilfe der Infrarot-Spektrophotometrie (IRMA II-Gerät) Milchwissenschaft 26, 687-692

- CARUOLO, E.V.
R.D. MOCHRIE (1968) Effects of temporary hormonal suppression of lactation on milk constituents, clinical mastitis, colostrum, and the estrous cycle. *J. Dairy Sci.* 51, 1436-1444
- CHOWDHRY, M.S.
J.M. FORBES (1972) Effects of 17 oestradiol on milk secretion in goats. *J. Endocr.* 54, 521-522
- COFFEY, R.G.
F.J. REITHEL (1968) The lactose synthetase particles of lactating bovine mammary gland. *Biochem. J.* 109, 169-176; 177-183
- COMBERG, G.
H. MEYER (1962) Zur Östrogenwirkung auf den Mineralstoffgehalt der Kuhmilch. *Dt. tierärztl. Wschr.* 69, 506-509
- COMBERG, G.
M. GRÖNING (1965) Untersuchungen zur Einwirkung der Umwelt auf die Bestandteile der Milch, insbesondere auf die Milchmineralien. *Milchwissenschaft* 20, 462-470
- CROSSMANN, J.V.
F.H. DODD
J.M. LEE
F.K. NEAVE (1950) zit. nach WAITE und BLACKBURN (1963)
- CULLEN, G.A. (1965) The use of electronic counters for determining the number of cells in milk. *Vet. Rec.* 77, 858
- CULLEN, G.A. (1967) Short term variations in the cell count of cow's milk. *Vet. Rec.* 80, 649-653
- CULLEN, G.A. (1967) A method of counting cells in milk using an Electronic Cell Counter. *Vet. Rec.* 80, 188-195
- CULLEN, G.A. (1968) Cell counts throughout lactation. *Vet. Rec.* 83, 125-128
- DAVIS, J.G. (1947) zit. nach GREATRIX et al. (1968)

- DAWSON, R.R.
J.A.F. ROOK (1972) A note on the influence of stage of lactation on the response in the lactose content of milk to a change of plane of energy nutrition in the cow.
J. Dairy Res. 39, 107-111
- DAWSON, R.R.
J.A.F. ROOK
P.D.P. WOOD (1974) Some factors associated with the late-winter decline in the lactose content of herd bulk milks.
J. Dairy Res. 41, 317-329
- DIERNHOFER, K. (1950) Diagnostik der Euterentzündungen.
Wien. tierärztl. Mschr. 37, 809-866
- EBNER, K.E. (1971) Biosynthesis of lactose.
J. Dairy Sci. 54, 1229-1233
- ERB, R.E.
U.S. ASHWORTH (1963) Within breed variations in milk composition and estimating the average composition of milk for the lactation from partial records.
J. Dairy Sci. 46, 1228-1235
- FISHER, L.J.
J.M. ELLIOT (1966) Effect of intravenous infusion of propionate or glucose on bovine milk composition.
J. Dairy Sci. 49, 826-829
- FLEET, I.R.
J.L. LINZELL
M. PEAKER (1972) The use of an autoanalyzer for the rapid analysis of milk constituents affected by subclinical mastitis.
Br. vet. J. 128, 297-300
- FORSTER, T.L.
U.S. ASWORTH
L.O. LUEDECKE (1967) Relationship between California Mastitis Test reaction and production and composition of milk from opposite quarters.
J. Dairy Sci. 50, 675-682
- GAUDLITZ, K.
B. CZERNICKI (1971) Mastitisprobleme und Eutergesundheitsdienst. Teil I
Prakt. Tierarzt 25, 265-266
- GLAWISCHNIG, E.
E. NEUMEISTER
A. SABRI ALBANA (1971) Die wichtigsten Maßnahmen zur wirksamen Bekämpfung der Euterinfektionen in größeren Kuhbeständen.
Wien. tierärztl. Mschr. 58, 127-131

- GOULDEN, J.D.S. (1961) Quantitative analysis of milk and other emulsions by Infra-Red-Absorption.
Nature, Lond. 191, 905-906
- GOULDEN, J.D.S. (1964) Analysis of milk by Infra-Red-Absorption.
J. Dairy Res. 31, 273-284
- GRAPPIN, R.
J.C. COLLIN (1975) Influence de la teneur en matière grasse du lait sur la précision des dosages de lactose avec l'appareil IRMA.
Le Lait N° 541-542, 51-56
- GREATRIX, G.R.
J.C. QUAYLE
R.A. COOMBE (1968) The detection of abnormal milk by electrical means.
J. Dairy Res. 35, 213-221
- HAUKE, H. (1963) Bestimmung des Chlor- und Zellgehaltes maschinengemolkener Milch als Beitrag zur Eutergesundheit der Rinder bei der maschinellen Milchgewinnung.
Mh. Vet. Med. 18, 84-88
- HEIDRICH, H.J. (1967) Die Mastitis beim Rind.
Prakt. Tierarzt 48, 99-103; 149-150
- JENNES, R.
S. PATTON (1967) Grundzüge der Milchchemie
Bayerischer Landwirtschaftsverlag
München, Basel, Wien
- INGR, I.
J. PLEVA
D. RYSANEK
V. RENDA (1973) Zum Einfluß der subklinischen Mastitiden auf einige nutritive, technologische und hygienische Eigenschaften der Kuhmilch.
Die Nahrung 17, 225-232
- INSTITUT FÜR MILCH-
HYGIENE DER BUNDES-
ANSTALT FÜR MILCH-
FORSCHUNG IN KIEL (1971) Grundlagen für eine systematische Mastitis-Bekämpfung. Teil I: Ätiologie, Bedeutung und Diagnostik.
Eigenverlag
- INTERNATIONAL DAIRY (1967) Annual Bulletin
FEDERATION Part III
- INTERNATIONAL DAIRY (1971) Annual Bulletin
FEDERATION Part II

- KEENAN, T.W.
R.G. SAACKE
S. PATTON
- (1970) Prolactin, the Golgi apparatus, and milk secretion: brief interpretive review.
J. Dairy Sci. 53, 1349-1352
- KINGWILL, R.G.
F.K. NEAVE
F.H. DODD
T.K. GRIFFIN
D.R. WESTGARTH
- (1970) The effect of a mastitis control system on levels of subclinical and clinical mastitis in two years.
Vet. Rec. 87, 94-100
- KUHN, N.J.
J.L. LINZELL
- (1970) Measurement of the quantity of lactose passing into mammary venous plasma and lymph in goats and in a cow.
J. Dairy Res. 37, 203-208
- KUSCHINSKY, G.
H. LÜLLMANN
- (1972) *Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie*
Georg Thieme Verlag Stuttgart
- LINZELL, J.L.
M. PEAKER
- (1971) Permeability of mammary ducts in the lactating goat.
J. Physiol., Lond. 213, 48P-49P
- LINZELL, J.L.
M. PEAKER
- (1971a) Mechanism of milk secretion
Physiol. Rev. 51, 564-597
- LINZELL, J.L.
M. PEAKER
- (1971b) Intracellular concentrations of sodium, potassium and chloride in the lactating mammary gland and their relation to the secretory mechanism.
J. Physiol., Lond. 216, 683-700
- LINZELL, J.L.
M. PEAKER
- (1971c) The permeability of mammary ducts
J. Physiol., Lond. 216, 701-716
- LINZELL, J.L.
M. PEAKER
- (1971d) The effects of oxytocin and milk removal on milk secretion in the goat.
J. Physiol., Lond. 216, 717-734
- LINZELL, J.L.
- (1972) Mechanism of secretion of the aqueous phase of milk.
J. Dairy Sci. 55, 1316-1322

- LINZELL, J.L.
M. PEAKER (1972) Day-to-day variations in milk composition in the goat and cow as a guide to the detection of subclinical mastitis.
Br.vet.J. 128, 284-295
- LINZELL, J.L.
M. PEAKER (1973) Changes in mammary gland permeability at the onset of lactation in the goat: an effect on tight junctions?
J.Physiol., Lond. 230, 13P-14P
- LINZELL, J.L.
M. PEAKER (1974) Changes in colostrum composition and in the permeability of the mammary epithelium at about the time of parturition in the goat.
J.Physiol., Lond. 243, 129-151
- LINZELL, J.L.
M. PEAKER (1975) Efficacy of the measurement of the electrical conductivity of milk for the detection of subclinical mastitis in cows: detection of infected cows at a single visit.
Br.vet.J. 131, 447-461
- LITTLE, T.W.A.
C.N. HEBERT
D. FORBES (1968) Electrical conductivity and the leucocyte count of bovine milk.
Vet.Rec. 82, 431-433
- MERCK, C.C. (1974) Euterüberwachung
Berl.Münc.h.tierärztl.Wschr.
87, 285-290
- MIELKE, M.
J. SCHULZ (1973) zit. nach SACHSE und SCHULZ
(1974)
- MIELKE, H. (1975) Das Verhalten der osmotisch-aktiven Substanzen in der Milch gesunder und kranker Euterviertel als biologische Grundlage automatisierbarer Eutergesundheits- und Milchqualitätskontrollsysteme bei der industriemäßigen Milchproduktion.
Mh.Vet.Med. 30, 334-338
- NATIONAL MASTITIS
COUNCIL (1969) Microbiological procedures for the diagnosis of bovine mastitis.
Eigenverlag, Washington, D.C.2006

- NEAVE, F.K.
F.H. DODD
R.G. KINGWILL
D.R. WESTGARTH
- (1969) Control of mastitis in the dairy herd by hygiene and management. *J. Dairy Sci.* 52, 696-707
- NELSON, F.E.
J.D. SCHUH
G.H. STOTT
- (1967) Influence of season on leucocytes in milk. *J. Dairy Sci.* 50, 978-979
- NEWBOULD, F.H.S.
F.K. NEAVE
- (1965) The response of the bovine mammary gland to an infusion of staphylococci. *J. Dairy Res.* 32, 163-170
The effect of inoculating the bovine teat duct with small numbers of staphylococcus aureus. *J. Dairy Res.* 32, 171-179
- PAAPE, M.J.
H.A. TUCKER
- (1966) Somatic cell content variation in fraction-collected milk. *J. Dairy Sci.* 49, 265-267
- PAAPE, M.J.
W.D. SCHULTZE
J.W. SMITH
- (1971) Effects of constant and fluctuating thermal stress on circulating leucocytes and milk somatic cells. *J. Dairy Sci.* 54, 798
- PAAPE, M.J.
W.D. SCHULTZE
R.H. MILLER
J.W. SMITH
- (1973) Thermal stress and circulating erythrocytes, leucocytes, and milk somatic cells. *J. Dairy Sci.* 56, 84-91
- PALMITER, Richard, D.
- (1969) What regulates lactose content in milk? *Nature, Lond.* 221, 912-914
- PEAKER, M.
J.L. LINZELL
- (1974) The effects of oestrus and exogenous oestrogens on milk secretion in the goat. *J. Endocr.* 61, 231-240
- PITELKA, D.R.
S.T. HAMAMOTO
- (1977) Form and function in mammary epithelium: the interpretation of ultrastructure. *J. Dairy Sci.* 60, 643-654
- PRENTICE, J.H.
- (1962) The conductivity of milk-the effect of the volume and degree of dispersion of the fat. *J. Dairy Res.* 29, 131-139

- REICHMUTH, J.
H. ZEIDLER
A. TOLLE
W. HEESCHEN
- (1970) Zum Einfluß subklinischer Mastitiden auf die Milchleistung des Rindes.
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 83, 26-30
- REICHMUTH, J.
A. TOLLE
W. HEESCHEN
- (1974) Zur Aussagekraft zytologischer und biochemischer Parameter der Milch für die Erfassung von Sekretionsstörungen und Mastitiden.
Arch. Lebensmittelhyg. 25, 32-39
- RENNER, E.
F. W. HUTH
F. KLOBASA
- (1971) Einfluß der beim Weideaustrieb wirksamen Faktoren auf Fettgehalt und Fettsäurezusammensetzung der Milch.
Das wirtschaftseigene Futter 17, 218-233
- RENNER, E.
- (1972) Der Lactosegehalt der Milch als Indikator für Eutererkrankungen.
Arch. Lebensmittelhyg. 23, 25-29
- RENNER, E.
- (1972) Möglichkeit der Feststellung von Eutererkrankungen mit dem Infra-rot-Milchanalysator (IRMA)
Dtsch. Molkerei-Ztg. 93, 71-77
- RENNER, E.
- (1973) Vergleichende Untersuchungen über die Zellzahl- und Lactosebestimmung in der Milch zur Feststellung von Eutererkrankungen.
Dtsch. Molkerei-Ztg. 94, 296-303
- RENNER, E.
- (1974) Bestimmung von Fett, Eiweiß und Lactose in der Milch mit dem IRMA-Gerät.
Die Molkereizeitung Welt der Milch 28, 73-75
- RENNER, E.
- (1974) Beziehungen zwischen dem Laktosegehalt der Milch und Sekretionsstörungen beim Rind.
Der Tierzüchter, Nr. 1, 18-20
- RENNER, E.
- (1975) Untersuchungen über mehrere Parameter der Milch zur Feststellung von Sekretionsstörungen.
Arch. Lebensmittelhyg. 26, 163-171

- RENNER, E. (1976) 20. Tagung des Internationalen Komitees zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Milchtieren. München, 16.-23. Mai 1976
Möglichkeiten der Feststellung von Sekretionsstörungen mit Hilfe der Lactosebestimmung in der Milch.
- ROOK, J. A. F. (1959) Potassium and lactose in milk in relation to the physiology of milk secretion.
Nature, Lond. 184, 647-648
- ROOK, J. A. F. (1965) Effect of stage and number of lactation on the yield and composition of cow's milk.
J. Dairy Res. 32, 45-55
- ROOK, J. A. F. (1967) The secretion of water and of watersoluble constituents in milk.
J. Dairy Res. 34, 273-287
- ROSENBERGER, G. (1977) Die klinische Untersuchung des Rindes
Verlag Paul Parey-Berlin und Hamburg
- SACHSE, M. (1974) Beziehungen zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Laktosegehalt der Kuhmilch
Arch. exp. Vet. Med. 28, 479-490
- SCHALM, O. W. (1968) The leukocytes: origin and function in mastitis
J. Am. vet. med. Ass. 153, 1688-1694
- SCHALM, O. W. (1971) Bovine Mastitis
Lea & Febiger, Philadelphia
- E. J. CAROLL
N. C. JAIN
- SCHULZ, M. E. (1957) Die "chloridfreie" Leitfähigkeit von Milch und Milchprodukten.
Milchwissenschaft 12, 174-184
- G. SYDOW
- SEELEMANN, M. (1963) Bericht über das Mastitis-Symposium in Ayr/Schottland
Milchwissenschaft 18, 401-403

- SMITH, A.
F.H. DODD
F.K. NEAVE (1968) The effect of intramammary infection during the dry period on the milk production of the affected quarter at the start of the succeeding lactation.
J. Dairy Res. 35, 287-290
- SMITH, J.W.
W.D. SCHULTZE (1964) Cell count variations in milk from bacteria-free and clinically normal individual quarters.
J. Dairy Sci. 47, 696
- SMITH, J.W.
W.D. SCHULTZE (1967) Variation in cell content of milk associated with time of sample collection. I. Diurnal variation
J. Dairy Sci. 50, 1083-1087
- SINELL, H.J.
J. NEUSCHULZ (1965) Zum Vorkommen von Leukozyten in der Milch von geänderten Tieren.
Milchwissenschaft 20, 344-351
- STAHLHUT-KLIPP, H. (1973) Beziehungen zwischen dem Gehalt an somatischen Zellen und dem Laktosegehalt in Viertelgemelken.
Milchwissenschaft 28, 766-768
- STEGEER, H.
D. RASCH (1959) Über die Zusammensetzung der Milch von Jerseykühen, Kreuzungstieren und schwarzbunten Niederungsrindern im Verlaufe der Laktation unter gleichen exogenen Bedingungen.
Arch. Tierzucht 2, 421-426
- SYMONS, D.B.A.
L.J. WRIGHT (1974) Changes in bovine mammary gland permeability after intramammary exotoxin infusion.
J. comp. Path. 84, 9-17
- TERPLAN, G.
R. SCHLEYERBACH (1967) Untersuchungen zu elektronischer Zellzahlbestimmung, Brabanter Mastitis-Reaktion, Whiteside-Mastitis-Test und Labgerinnungszeit der Milch.
Arch. Lebensmittelhyg. 18, 195-201
- TERPLAN, G. (1971) Milchproduktion und Milchhygiene.
Prakt. Tierarzt 52, 497-499

- TEUTE, H.-W. (1961) Praedisponierende Faktoren für das Auftreten von Mastitis und Untersuchungen über die Zusammensetzung von Mastitismilch. Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 74, 185-189
- TOLLE, A.
H. ZEIDLER
W. HEESCHEN (1966) Ein Verfahren zur elektronischen Zählung von Milchezellen. Milchwissenschaft 21, 93-98
- TOLLE, A.
H. ZEIDLER
W. HEESCHEN
J. KRAACK
J. REICHMUTH (1968) Untersuchungen über somatische Zellen, saprophytäre Keime und antibiotisch wirksame Hemmstoffe in der Rohmilch aus 12 Einzugsgebieten der BRD. Kiel, Milchw. Forsch. Ber. 20, 343-394
- TOLLE, A. (1969) Neue Wertmaßstäbe zur Beurteilung biochemischer Veränderungen der Rohmilch. Milchwissenschaft 24, 457-465
- TOLLE, A.
H. ZEIDLER
H. WORSTORFF
J. REICHMUTH (1971) Beziehungen zwischen Mastitis-häufigkeit und Technik des Milch-entzuges. Kiel, Milchw. Forsch. Ber. 23, 27-44
- TOLLE, A. (1976) Grundlagen der Mastitisbekämpfung. Vortrag am 14.9.1976 in Garmisch
- TOLLE, A.
J. REICHMUTH
W. HEESCHEN (1976) Anmerkungen zum Artikel von E. Renner: "Untersuchungen über mehrere Parameter der Milch zur Feststellung von Sekretionsstörungen" Arch. Lebensmittelhyg. 27, 71-77
- TOLLE, A.
W. HEESCHEN
J. HAMANN (1977) Grundlagen einer systematischen Bekämpfung der subklinischen Mastitis des Rindes. Kiel, Milchw. Forsch. Ber. 29, 3-103
- TURNER, C.W. (1946) zit. nach BARRY und ROWLAND (1953)

- ULBRICH, N. (1975) Elektrische Leitfähigkeit und Laktosegehalt der Milch als Grundlage für automatisierbare Verfahren der Eutergesundheitskontrolle. *Mh. Vet. Med.* 30, 415-419
- VOIGTLÄNDER, K.-H. (1973) Untersuchungen über die jahreszeitlichen Veränderungen der Milchmenge und Milchezusammensetzung. *Arch. Tierzucht* 16, 93-104
- C. SCHNEIDER
M. DORN
- WAITE, R. (1963) The relationship between milk yield, composition and tissue damage in a case of subclinical mastitis. *J. Dairy Res.* 30, 23-33
- P.S. BLACKBURN
- WAITE, R. (1968) The composition of the milk of young and of old cows. *J. Dairy Res.* 35, 407-422
- WALSER, K. (1966) Melkmaschine und Mastitis Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- WALSER, K. (1972) Klinische Beiträge zur Kenntnis der akuten Mastitis (Mastitis acuta gravis) des Rindes. 1. Mitteilung: Häufigkeit und Ätiologie *Berl. Münch. tierärztl. Wschr.* 85, 266-269
- E. BIEBER
G. DANNERBECK
M. GROPPER
M. HROPOT
H. LANKENFELD
J. MAYER
H. VERGHO
M. VIKTOR
- WALSH, J.P. (1968) The measurement of the effects of inherent and environmental factors on the lactose content of the milk of individual cows and of the herd bulk milk in a number of commercial herds. *J. Dairy Res.* 35, 107-125
- J.A.F. ROOK
F.H. DODD
- WARD, G.E. (1972) Relationship of somatic cells in quarter milk to type of bacteria and production. *J. Dairy Sci.* 55, 1428-1431
- L.H. SCHULTZ

- WEGNER, T.N.
G.H. STOTT (1968) Effects of ACTH-induced leucocytosis on abnormal milk production.
J.Dairy Sci. 51, 967
- WHEELOCK, J.V.
J.A.F. ROOK (1966) Lactose in the blood and urine of cows.
J.Dairy Res. 33, 37-42
- WHEELOCK, J.V.
J.A.F. ROOK
F.H. DODD (1965a) The relationship in the cow between the osmotic pressure of milk and of blood.
J.Dairy Res. 32, 79-88
- WHEELOCK, J.V.
J.A.F. ROOK
F.H. DODD (1965b) The effect of incomplete milking or of an extended milking interval on the yield and composition of cow's milk.
J.Dairy Res. 32, 237-248
- WHEELOCK, J.V.
J.A.F. ROOK
F.H. DODD (1965c) The effect of milking throughout the whole of pregnancy on the composition of cow's milk.
J.Dairy Res. 32, 249-254
- WHEELOCK, J.V.
J.A.F. ROOK
F.H. DODD
T.K. GRIFFIN (1966a) The effect of varying the interval between milkings on milk secretion.
J.Dairy Res. 33, 161-176
- WHEELOCK, J.V.
J.A.F. ROOK
F.K. NEAVE
F.H. DODD (1966b) The effect of bacterial infections of the udder on the yield and composition of cow's milk.
J.Dairy Res. 33, 199-215
- WOODING, F.B.P.
M. PEAKER
J.L. LINZELL (1970) Theories of milk secretion: evidence from the electron microscopic examination of milk.
Nature, Lond. 226, 762-764
- ZEIDLER, H.
A. TOLLE
W. HEESCHEN (1968) Verbesserte Präparationstechnik zur elektronischen Bestimmung des Zellgehaltes der Milch.
Milchwissenschaft 23, 564-568
- ZEIDLER, H.
A. TOLLE
W. HEESCHEN (1968) Zur Beurteilung zytologisch-bakteriologischer Untersuchungsbe-
funde im Rahmen der Mastitis-
diagnostik.
Milchwissenschaft 23, 674-677

ZEIDLER, H.
A. TOLLE
J. REICHMUTH
W. HEESCHEN

(1969) Über die Beziehungen des Zellgehaltes der Sammelmilch zur Mastitissituation im Herkunftsbestand.

1. Mitteilung: Die Beeinflussung des Gehaltes an somatischen Zellen durch physiologische und pathologische Faktoren.

Arch. Lebensmittelhyg. 20,
193-199

ZIEGLER, H.
W. MOSIMANN

(1960) Anatomie und Physiologie der Rindermilchdrüse.
Verlag Paul Parey,
Hamburg und Berlin

D a n k

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. W. Gedek für die Überlassung des Themas und die jederzeit gerne gewährte Unterstützung bei der Fertigstellung meiner Arbeit.

Herrn Prof. Dr. H. Schumann, Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern, danke ich für die großzügige Hilfe bei der Auswertung des Datenmaterials.

Herrn Priv.-Doz. Dr. K. Osterkorn danke ich für die freundliche Beratung in statistischen Fragen.

Ferner möchte ich auch den Mitarbeitern des Tiergesundheitsdienstes Bayern in Grub für Ihre stete Hilfsbereitschaft danken.

LEBENS LAUF

Am 25. Juni 1949 wurde ich, Hans Maier, als drittes Kind des Landwirts Jakob Maier und seiner Ehefrau Katharina, geb. Reisner, in Burghausen/Oberbayern geboren.

Von 1955 bis 1960 besuchte ich die Volksschule in Haiming/Oberbayern, anschließend das humanistische Kurfürst Maximilian Gymnasium in Burghausen, wo ich 1970 die Reifeprüfung ablegte. Vom WS 1970/71 bis zum SS 1975 studierte ich an der Ludwig Maximilian Universität München Tiermedizin. Die Approbation als Tierarzt erhielt ich am 14. Juli 1976.

Am 1. September 1977 nahm ich eine Assistentenstelle in einer tierärztlichen Praxis an.

Seit dem 14. September 1973 bin ich mit der Realschullehrerin Renate Maier, geb. Hierneis, verheiratet.

Mit der vorliegenden Arbeit beschäftigte ich mich seit Oktober 1976.

